

UNIVERSIDADE PAULISTA - UNIP
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

**ANÁLISE DA CADEIA DE SUPRIMENTOS DA
SOJA NO ESTADO DE MATO GROSSO**

RODRIGO CARLO TOLOI

SÃO PAULO

2018

UNIVERSIDADE PAULISTA - UNIP
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

**ANÁLISE DA CADEIA DE SUPRIMENTOS DA
SOJA NO ESTADO DE MATO GROSSO**

Tese apresentada no Programa de Pós-Graduação *Strictu Sensu* em Engenharia de Produção da Universidade Paulista - UNIP, como pré-requisito para obtenção do título de Doutor em Engenharia de Produção.

Orientador: Dr.João Gilberto Mendes dos Reis

Área de Concentração: Gestão de Sistemas de Operação

Linha de Pesquisa: Redes de Empresas e Planejamento da Produção

Projeto de Pesquisa: Logística nas Cadeias Agroindustriais

RODRIGO CARLO TOLOI

SÃO PAULO

2018

RODRIGO CARLO TOLOI

**ANÁLISE DA CADEIA DE SUPRIMENTOS DA
SOJA NO ESTADO DE MATO GROSSO**

Tese apresentada no Programa de Pós-Graduação *Strictu Sensu* em Engenharia de Produção da Universidade Paulista - UNIP, como pré-requisito para obtenção do título de Doutor em Engenharia de Produção.

Aprovado em:_____

Banca Examinadora:

Dr. João Gilberto Mendes dos Reis - Orientador
Universidade Paulista - UNIP

Dr. Alexandre Formigoni
Faculdade de Tecnologia de Guarulhos - FATEC

Dr. José António Sarsfield Pereira Cabral
Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto – FEUP

Dr. Oduvaldo Vendrametto
Universidade Paulista - UNIP

Dr^a. Silvia Helena Bonilla
Universidade Paulista - UNIP

DEDICATÓRIA

Para minha querida Marley, e para meu estimado Rodrigo Junio, cujo carinho, compreensão e apoio têm sido infinitos...

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela família maravilhosa, pelos sonhos realizados, pela esperança de dias melhores e por mais esta vitória em minha vida.

Ao professor, orientador e amigo Prof. Dr. João Gilberto Mendes dos Reis, pela excelente e atenciosa orientação durante o doutorado. Foi um privilégio poder contar com os seus ensinamentos e com o incondicional incentivo acadêmico e profissional, inserindo-me em espaços de discussão e pesquisa privilegiados.

À minha esposa, namorada, companheira, amiga, psicóloga que, pacientemente, soube entender as minhas ausências; a você, Marley, devo muito amor.

Ao professor Prof. Dr. Oduvaldo Vendrametto por seus sábios conselhos.

Aos meus pais Nilson Aparecido Toloi e Maria Silva Toloi, pela graça da vida e educação compartilhada.

Aos meus sogros Jacinto Nunes Dourado e Pierina Vituri Dourado, pela paciência e conhecimentos compartilhados.

Ao Instituto Federal de Mato Grosso, na pessoa do Reitor Professor Willian Silva de Paula, a diretora-geral Laura Caroline Aoyama Barbosa e ao diretor de ensino Diogo Ítalo Segalen, do Campus Rondonópolis, pela compreensão e colaboração no desenvolvimento deste estudo.

Aos amigos da Universidade Paulista, campus Bacelar, Marcia, Bruno, Vera, Marcelo, Andressa, que ao longo do tempo acabaram se tornando uma parte da minha família; serei muito grato por tudo que, sem medir esforços, fizeram por mim.

Aos colegas do PPGEP, dos que não citarei nomes para evitar esquecer algum membro da família que foi construída no decorrer dos quatro anos que passamos juntos sorrindo, sofrendo, pesquisando, debatendo e construindo... inclusive laços fortes de amizade; a todos vocês, meu muito obrigado.

Ao grande amigo Moacir, companheiro de muitas horas de estudo e boas conversas....foi um grande prazer o convívio, guardarei na lembrança os bons momentos.

À Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (Portugal), particularmente ao Programa de Doutorado em Engenharia e Gestão Industrial, pela oportunidade de realizar o estágio sanduíche. Devo um agradecimento muito especial aos professores Dr. José António Sarsfield Pereira Cabral, Dr. Pedro Amorim e Dra. Alexandra Lopes, que compartilharam o seu enorme conhecimento de forma alegre e descontraída.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) pela bolsa de doutorado e pela bolsa de doutorado sanduíche.

EPÍGRAFE

*"Se caíste, ergue-te e anda.
Caminha para frente.
Regressa aos teus deveres e esforça-te a cumprilos.
Ora, pedindo a Deus mais força para a marcha.
Muitas vezes a queda é uma lição de vida.
Quem cai sente do valor do perdão aos caídos.
O futuro te espera...
Segue e confia em Deus."*

(Chico Xavier)

RESUMO

O Estado de Mato Grosso é o maior produtor de soja no Brasil. No entanto, a competitividade do Estado é diminuída ao longo da cadeia de suprimentos entre a fazenda e os portos de carga. O objetivo da pesquisa é analisar a cadeia de suprimentos da soja brasileira, usando o Estado de Mato Grosso, com o foco em três pilares: a tomada de decisões, o relacionamento dos *players* e a logística. A metodologia utiliza dados obtidos junto de produtores, empresas e organizações governamentais. A análise é realizada por meio de um conjunto de métodos e modelos estatísticos, tais como Análise de Redes Sociais (SNA), Método de Análise Hierárquica (AHP), Pesquisa Operacional e Analise de Regressão Multilinear. Resultados preliminares possibilitaram conhecer e analisar melhor o mercado da soja em diferentes escalas e ficou evidente na rede da cadeia produtiva da soja a presença das empresas transnacionais e a forte participação de um concentrado grupo de países importadores de soja mato-grossense; além desses aspectos a produção de soja contribui positivamente no aumento da emissão de gases de efeito estufa CO₂, no acréscimo do valor do Produto Interno Bruto (PIB) e na elevação do Indicador de Desenvolvimento Rural (IDR); foi observada a existência de um déficit logístico, em que não só o Mato Grosso, mas o Brasil, carece de estruturas logísticas eficientes como áreas de armazenagem, infraestrutura viária e disponibilidade de modais de transporte de grande capacidade como transporte ferroviário e hidroviário. Por fim, embora a competitividade da rede de suprimento da soja de Mato Grosso esteja sendo mitigada por fatores logísticos, ainda é observado um forte crescimento na produção e exportação da *commodity*.

Palavras-chave: Soja; Redes de relacionamento, Agronegócio, Logística

ABSTRACT

The state of Mato Grosso is the most significant soybean producer in Brazil. However, the competitiveness of the state is diminished along the supply chain between the farm and the cargo ports. The objective of the research is to analyze the Brazilian Soybean Supply Chain, using the state of Mato Grosso, focusing on three pillars: decision making, players' relationship, and logistics. The methodology uses data obtained from producers, companies, and governmental organizations. The analysis is performed through a set of statistical methods and models, such as Social Network Analysis (SNA), Hierarchical Analysis Method (AHP), Operational Research and Multilinear Regression Analysis. Preliminary results made it possible to better know and analyze the soybean market at different scales, and it was evident in the network of the soybean production chain the presence of transnational companies and the active participation of a concentrated group of importing countries of Mato Grosso soybean, it identified that soybean production contributes positively to the increase of Greenhouse Gas Emissions CO₂, the addition of the Gross Domestic Product (GDP) and the rise of the Rural Development Indicator (IDR); the existence of a logistical deficit, where not only Mato Grosso, but Brazil lacks efficient logistical structures such as storage areas, road infrastructure, availability of high-capacity transport modes such as rail and waterway transport. Finally, although logistical factors are mitigating the competitiveness of the Mato Grosso Soybean Supply Network, there is still strong growth in the production and export of the commodity.

Keywords: **Soybean, Relationship networks, Agribusiness, Logistics**

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

| | Página |
|--|--------|
| 1 Exportadores do complexo da soja – safra 2016/17. | 2 |
| 2 Esquema do desenvolvimento da tese. | 6 |
| 3 Localização do Estado de Mato Grosso. | 8 |
| 4 Evolução da produção de soja – 1985-2017. | 13 |
| 5 Produção de soja em grãos – Safras 2009/10 a 2017/18. | 14 |
| 6 Representação esquemática da Rede da Soja no Brasil. | 16 |
| 7 Crescimento da produção, produtividade e consumo de fertilizantes em Mato Grosso: 2009 – 2015. | 17 |
| 8 Comércio de defensivos agrícolas no Brasil entre 2000 e 2015. | 19 |
| 9 Receita mundial com a venda de defensivos agrícolas em 2014. | 19 |
| 10 Faturamento das empresas com vendas mundial de sementes de soja em 2014. | 20 |
| 11 Registro por Estado das variedades de semente de soja em 2014. | 21 |
| 12 Vendas de máquinas, tratores e colheitadeiras agrícolas. | 22 |
| 13 Participação dos Estados nas vendas de máquinas e equipamentos agrícolas. | 23 |
| 14 Participação nas vendas pelas montadoras de máquinas e equipamentos agrícolas. | 24 |
| 15 Participação dos agentes no financiamento da soja na safra 2017/18. . | 129 |

LISTA DE TABELAS

| | Página |
|---|--------|
| 1 Balança comercial de Mato Grosso. | 9 |
| 2 Valor bruto da exportação de Mato Grosso (R\$). | 10 |
| 3 Produção e importação de fertilizantes em 2014. | 17 |
| 4 Participação no mercado de fertilizantes, com base no faturamento. . . . | 18 |
| 5 Lista de referências e suas contribuições para a Tese. | 30 |
| 6 Lista de artigos científicos produzidos para composição da tese de doutorado. | 37 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABCD ADM, Bunge, Cargill, Dreyfus

ABRASEM Associação Brasileira de Sementes e Mudas

ADM Archer Daniels Midland

AHP Analytic Hierarchy Process

ALL América Latina Logística

AM Amazonas

ANDA Associação Nacional para Difusão de Adubos

ANFAVEA Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores

APMS Advances in Production Management System

APROSOJA Associação dos Produtores de Soja

BNDES Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social

CNA Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil

CNT Confederação Nacional de Transportes

COINBRA Comércio e Indústrias Brasileiras

CONAB Companhia Nacional de Abastecimento

EMBRAPA Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

ES Espírito Santo

EUA Estados Unidos da América

FAO Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura

FAS Foreign Agricultural Service

FERRONORTE Ferrovias Norte Brasil

FEUP Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

GO Goiás

Ha Hectare

IAC Instituto Agronômico de Campinas

IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

ICMS Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços

IFMT Instituto Federal de Mato Grosso

IJMP Independent Journal of Management & Production

ILS International Conference on Information Systems, Logistics and Supply Chain

IMEA Instituto Mato-Grossense de Economia Agropecuária

JOM Journal of Operations Management

kg Quilograma

km Quilômetro

MAPA Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

MDIC Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços

MODERAGRO Financiamento para projetos de modernização e expansão da produtividade nos setores agropecuários

MODERFROTA Programa de Modernização da Frota de Tratores Agrícolas e Implementos Associados e Colheitadeiras

MODERINFRA Programa de Incentivo à Irrigação e à Produção em Ambiente Protegido

MS Mato Grosso do Sul

MT Mato Grosso

PIB Produto Interno Bruto

PNLT Plano Nacional de Logística e Transporte

PR Paraná

PRODECOOP Programa de Desenvolvimento Cooperativo para Agregação de Valor à Produção Agropecuária

PRONAF Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar

PRONAMP Programa Nacional de Apoio ao Médio Produtor Rural

R\$ Real, moeda brasileira

RO Rondônia

SEPLAN Secretaria de Estado de Planejamento

SNA Social Network Analisys

SOCEPPAR Sociedade Cerealista Paranaense

SP São Paulo

SPSS Statistical Package for the Social Sciences

US\$ Dólar, moeda dos Estados Unidos

UFSC Universidade Federal de Santa Catarina

UNIP Universidade Paulista

USDA United States Department of Agriculture

SUMÁRIO

| | Página |
|---|-------------|
| RESUMO | iv |
| ABSTRACT | v |
| LISTA DE ILUSTRAÇÕES | vi |
| LISTA DE TABELAS | vii |
| LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS | viii |
| 1 Introdução | 1 |
| 1.1 Questões da Pesquisa | 4 |
| 1.2 Objetivos da Pesquisa | 5 |
| 1.2.1 Objetivos Específicos | 5 |
| 1.3 Composição da Tese | 5 |
| 2 Revisão da Literatura | 8 |
| 2.1 O Estado de Mato Grosso | 8 |
| 2.2 Produção Brasileira de Soja | 10 |
| 2.3 Cadeia de Suprimentos da Soja em Mato Grosso | 15 |
| 2.3.1 Bunge | 25 |
| 2.3.2 Cargill | 25 |
| 2.3.3 <i>Archer Daniels Midland Company – ADM</i> | 26 |
| 2.3.4 <i>Louis Dreyfus Company – LDC</i> | 26 |
| 2.3.5 <i>El Tejar</i> | 27 |
| 2.3.6 Grupo Amaggi | 28 |
| 2.3.7 Grupo Caramuru | 28 |
| 2.3.8 Grupo Bom Jesus | 29 |
| 3 Metodologia | 34 |
| 3.1 Participação em Eventos e Visitas Técnicas | 34 |
| 3.2 Pesquisa Bibliográfica Exploratória | 35 |
| 3.3 Método Aplicado | 36 |
| 3.4 Métodos e Modelos Estatísticos Utilizados | 39 |
| 3.4.1 Método utilizado no artigo 1 | 39 |

| | | |
|----------|--|------------|
| 3.4.2 | Método utilizado no artigo 2 | 41 |
| 3.4.3 | Método utilizado no artigo 3 | 42 |
| 3.4.4 | Método utilizado no artigo 4 | 42 |
| 3.4.5 | Método utilizado no artigo 5 | 43 |
| 3.4.6 | Softwares utilizados para análise de dados | 44 |
| 4 | Resultados e Discussão | 45 |
| 4.1 | Resultados (1º. Artigo) | 45 |
| 4.2 | Resultados (2º. Artigo) | 56 |
| 4.3 | Resultados (3º. Artigo) | 73 |
| 4.4 | Resultados (4º. Artigo) | 80 |
| 4.5 | Resultados (5º. Artigo) | 89 |
| 5 | Proposta para Redução das Incertezas na Tomada de Decisão dos Produtores de Soja de Mato Grosso | 127 |
| 5.1 | Produção Rural | 128 |
| 5.2 | Comercialização | 131 |
| 5.3 | Logística | 131 |
| 6 | Considerações Finais | 133 |
| A | Apêndice | 148 |

1 Introdução

Impulsionado pela demanda mundial por alimentos, o agronegócio brasileiro tem se destacado na cadeia global de suprimentos alimentícios ([Vituri, 2010](#)). É responsável por gerar cerca de um terço do Produto Interno Bruto (PIB) do país, sendo a produção e exportação de açúcar, café, suco de laranja, complexo da soja e carne bovina as principais *commodities* negociadas (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - [MAPA \(2014\)](#); (Secretaria de Estado de Planejamento - [SEPLAN \(2016\)](#))).

O Brasil apresenta inúmeras vantagens para a produção agrícola e pecuária devido à sua diversidade geográfica, grandes extensões de terras agricultáveis, uso de sistemas de produção heterogêneos, qualidade do solo e baixo custo de aquisição de terra em comparação a outros *players*. Essas vantagens permitiram aumento de produtividade das diversas culturas, como mostram dados do *United States Department of Agriculture USDA (2016)*, destacando que o agronegócio brasileiro, em 2015, aumentou sua participação no PIB em 3,8%. Esse crescimento foi impulsionado pelo complexo da soja, que encabeça o ranking das exportações nacionais. O montante exportado em 2017 do complexo da soja foi de R\$ 31,7 bilhões e correspondeu a 14,6% do total exportado (R\$ 217,7 bilhões) (Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços - [MDIC \(2018b\)](#)).

A soja é o principal grão produzido no Brasil, e na safra 2016/2017 sua produção foi de 114,1 milhões de toneladas. Esse valor representou 97,4% da produção brasileira de oleaginosas, equivalente a 117,04 milhões de toneladas de acordo com levantamento realizado pela *Foreign Agricultural Service* do *United States Department of Agriculture - FAS (2018a)*. Os itens do complexo da soja (grãos, farelo e óleo) também foram os produtos mais exportados pelo Brasil. No período de 2013 a 2017, cresceram 27,8%, na ordem de 16,99 milhões de toneladas, saindo de 61,1 milhões de toneladas na safra 2013/14 para 78,1 milhões de toneladas na safra 2016/17. Esses dados mostram que essa cadeia produtiva tem se tornado uma das mais relevantes para o agronegócio brasileiro ([FAS, 2018a](#)).

O crescimento do complexo da soja foi alavancado pelas exportações de grãos, pois apresentou crescimento de 37,5 milhões de toneladas contra 12,5 milhões do farelo e 2,6 milhões de toneladas do óleo. As exportações de óleo de soja tiveram uma redução de 500 mil toneladas nas exportações na comparação da safra de 2015/16 com a de 2016/17. O fraco crescimento nas exportações de produtos processados do complexo da soja pode ser explicado pela instalação de processadoras nos principais importadores de grãos, como é o caso da China.

Para entender a importância do Brasil no setor é possível destacar sua participação em relação aos demais concorrentes. A produção global do complexo da soja, na safra 2016/17, foi dividida entre Estados Unidos (26,53%), Brasil (24,33%), Argentina (15,75%) e outros (33,39%) ([FAS, 2018a](#)). Assim, o país, junto com os Estados Unidos, lidera o seguimento.

Brasil, Estados Unidos e a Argentina também são os maiores exportadores de grãos. Entretanto, quando se trata de agregação de valor, a Argentina aparece bem à frente dos demais, conforme pode ser observado na figura 1.

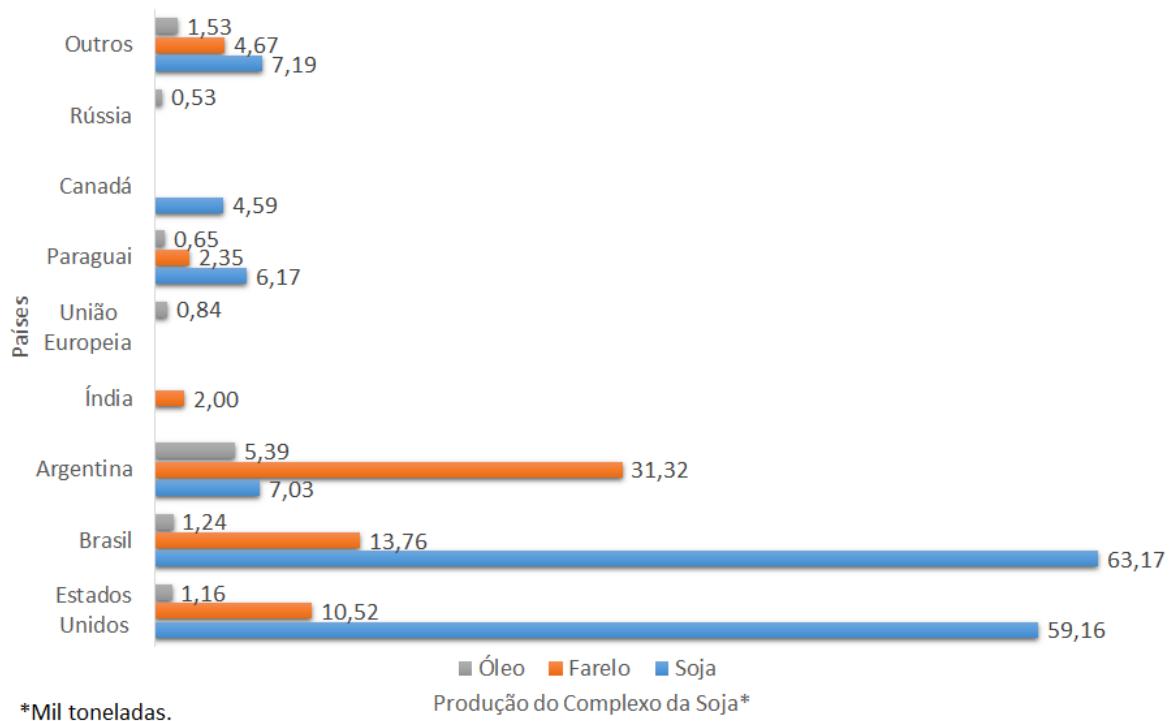


Figura 1: Exportadores do complexo da soja – safra 2016/17.

Fonte: ([FAS, 2018a](#)).

Ainda que a produção de soja Argentina seja menor que a produção Brasileira, ela é orientada para exportação, devido ao limitado uso doméstico, que consome apenas 3% do farelo e 6% do óleo de soja. Em comparação com os 30% do Brasil (farelo de soja) e 75% (óleo de soja) e ao consumo interno dos Estados Unidos, de 75% do farelo e 90% da produção de óleo de soja ([Schnepf et al., 2001](#)).

Além do fato do pequeno consumo interno dos produtos do complexo da soja, os fatores políticos e econômicos também favoreceram esse cenário. Em 1991, uma série de mudanças na política macroeconômica possibilitou uma abertura econômica com a redução dos impostos para aquisição de insumos agrícolas, privatização das infraestruturas de transporte, instalações portuárias e ferroviária ([Schnepf et al., 2001](#)).

Para além dessas mudanças, e diferente do Brasil, a Argentina promoveu eli-

minação de todos os impostos de exportação sobre os principais produtos de grãos e produtos oleaginosos processados, com exceção do imposto de 3,5% sobre as exportações de soja *in natura*, permitindo a Argentina estabelecer sua hegemonia nas exportações do complexo da soja processados ([Schnepf et al., 2001](#)).

Quando se analisa o complexo do ponto de vista de mercado e não de economias dos países, cerca de 70% desse mercado é controlado por quatro empresas comerciais transnacionais: *Archer Daniels Midland* (ADM), Bunge (B), Cargill (C) e Louis Dreyfuss (D), e o restante é gerido pelo comércio local ([Murphy et al., 2012](#); [Wesz Junior, 2014](#)). No Brasil, essas transnacionais, nomeadas grupo ABCD, e o grupo brasileiro Amaggi lideram o mercado de soja ([Wesz Junior, 2014](#)).

A soja é uma *commodity*, logo, os preços geralmente seguem valores iguais ou próximos entre os países produtores e exportadores, portanto, a competitividade da cadeia da soja no país depende de sua capacidade de absorção e adaptação às inovações tecnológicas na agricultura e nos modernos processos de gestão para maximizar as receitas e reduzir os custos de produção e logística ([Gras & Hernandez, 2013](#)).

Essa situação representa um desafio real para a produção de soja brasileira, pois a atual configuração da cadeia é marcada pela maior integração e extensão da cadeia de valor, com aumento da subordinação da agricultura ao capital agroindustrial, intensificação de insumos industriais e uso de sementes transgênicas, maior concentração da terra e da produção e maior peso das exportações na origem da produção ([Gras & Hernandez, 2013](#); [Wesz Junior, 2014](#)).

Para criar uma solução e melhorar a competitividade da cadeia da soja mato-grossense é necessário entender quem são e como os principais *players* se relacionam ao longo da cadeia e quais são os principais problemas de infraestrutura logística da cadeia de suprimento.

Justifica-se a escolha do Estado de Mato Grosso por três fatores principais: i) presença de uma importante e significativa produção de soja ([SEPLAN, 2016](#); [Toloi et al., 2016](#); [IBGE, 2017](#)); ii) presença de uma variada gama de produtores rurais que plantam o grão, incluindo desde assentados da reforma agrária até grandes grupos nacionais (Bom Futuro, Amaggi, Pinesso, Itaquerê, etc.) e internacionais (*El Tejar, Los Grobo, SLC Agrícola*); iii) amplo conjunto de empresas a jusante e a montante, envolvidas com o complexo produtivo da soja, como, por exemplo, esmagadoras, *tradings*, revendas de insumos e de máquinas e equipamentos, assistência técnica, usinas de biodiesel, transportadores, prestadores de serviços terceirizados (preparação do solo, plantio, aplicação de defensivos e colheita).

Para identificar e entender as relações entre os *players*, presentes na cadeia de suprimentos da soja de Mato Grosso, mapeando os gargalos de infraestrutura logística, uma metodologia em três fases é estabelecida: (I) uma exploração do estado

da arte sobre a produção, logística, marketing e competitividade relacionadas com a produção de soja; (II) a análise dos processos de logística e custos para transportar a soja entre Mato Grosso e os portos de exportação (comparar estratégias alternativas de transporte); (III) levantar e mensurar a influência dos fatores de decisão sobre a produção de soja no estado de Mato Grosso.

1.1 Questões da Pesquisa

O Estado de Mato Grosso tem apresentado resultados satisfatórios em suas safras agrícolas e mantido crescimento na produção, produtividade e exportações de grãos, a competitividade da produção mato-grossense de soja é fruto da utilização de novas práticas e tecnologias nos campos, pesquisas e desenvolvimento de sementes e insumos agrícolas visando à produtividade. Entretanto, algumas questões podem ser elencadas.

Os principais problemas encontrados na produção de soja são: disponibilidade de financiamentos; aquisição ou arrendamento de terras; escolha e aquisição de sementes; aquisição de adubos e fertilizantes; fatores climáticos, contratação de prestadores de serviço para o preparo e plantio na terra.

As dificuldades encontradas nas atividades realizadas dentro da propriedade rural são destacadas: a aquisição e aplicação de produtos para o controle de infestação de doenças e pragas; confiabilidade da entrega dos insumos previamente planejados e adquiridos; fatores climáticos; questões ambientais relacionadas à utilização de agrotóxicos, questões legais relacionadas à utilização de sementes; manutenção de máquinas e equipamentos utilizados no plantio, desenvolvimento da planta e colheita da soja; transporte de curta distância; armazenagem; perdas qualitativas e quantitativas no processo de colheita, transporte e armazenagem.

Existem os problemas a jusante da produção rural que estão relacionados à comercialização do grão; escolha e disponibilidade dos modais de transporte para escoamento da produção; perdas qualitativas e quantitativas no processo de escoamento da produção; estimativa de produção e estoques mundiais; preços praticados; cumprimentos de contratos celebrados.

Além desses problemas enfrentados a jusante e a montante da cadeia, outro fator de grande importância diz respeito à cotação do dólar, já que o valor da moeda influencia todas as etapas do processo de produção, colheita e comercialização da soja, além de que inúmeros insumos utilizados na correção e fertilização do solo, inseticidas, variedades de sementes e o próprio valor da saca de soja são indexados pelo valor da moeda norte-americana.

Apesar de a maior parte das dificuldades mencionadas decorrerem das relações de troca no âmbito local, não se pode desconsiderar a importância das ocor-

rências decorrentes das transações realizadas em múltiplos níveis geográficos, destacando, inclusive, o processo de globalização das atividades do complexo da sojicultura.

A cadeia da soja de Mato Grosso pode ser entendida como uma rede de relações integrada entre fornecedores, produtores, processadores, exportadores e compradores finais, atuando de forma articulada. A presente pesquisa identificou três questões gerais que foram utilizadas para delinear o estudo da cadeia de suprimentos da soja mato-grossense, com o foco na tomada de decisões, relacionamento entre os *players* e logística.

- (a) Quais são os *players* e qual a influência que exercem sobre o comércio da cadeia da soja brasileira?
- (b) Qual a função da logística na rede de suprimentos da soja mato-grossense?
- (c) Quais são os fatores de decisão adotados para definir e estabelecer a produção e o fluxo logístico?

1.2 Objetivos da Pesquisa

O objetivo do presente estudo é analisar a cadeia de suprimentos da soja brasileira, usando o Estado de Mato Grosso, com o foco em três pilares: a tomada de decisões, o relacionamento dos *players* e a logística.

1.2.1 Objetivos Específicos

Foram estabelecidos os seguintes objetivos específicos:

- (a) Analisar a rede de suprimentos da soja de Mato Grosso identificando o comércio, o relacionamento entre os parceiros e os principais desafios enfrentados pela cadeia;
- (b) Explorar o papel da logística no escoamento da rede de suprimentos da soja de Mato Grosso;
- (c) Suscitar e aferir a influência dos fatores de decisão sobre a rede de produção da soja de Mato Grosso.

1.3 Composição da Tese

O estudo foi moldado no formato de itens e subitens visando a proporcionar o fácil entendimento das ideias e promover a compreensão dos objetivos desta tese, conforme ilustra a figura 2.

O capítulo 1 apresenta a introdução sobre os fatores que levaram à realização desta pesquisa com uma abreviada justificativa, ressaltando a importância para sua realização, os objetivos geral e específico a ser alcançados e, por fim, a estrutura da tese.

O capítulo 2 aborda os tópicos centrais desta tese, com objetivo de embasar teoricamente os conceitos que permearam este estudo. Realizou-se a revisão da literatura, abordando temas que apresentam o cenário a ser estudado: uma breve apresentação do Estado de Mato Grosso; a produção brasileira de soja e a apresentação da cadeia de suprimentos da cadeia da soja de Mato Grosso.

O capítulo 3 apresenta a metodologia utilizada no desenvolvimento desta tese. Apresenta os aspectos preliminares; detalhes sobre a realização da pesquisa bibliográfica exploratória; a realização de visitas técnicas e a participação em eventos que auxiliaram na percepção mais abrangente sobre o cenário da soja mato-grossense; posteriormente foram apresentados os métodos e modelos estatísticos e os softwares que foram utilizados.

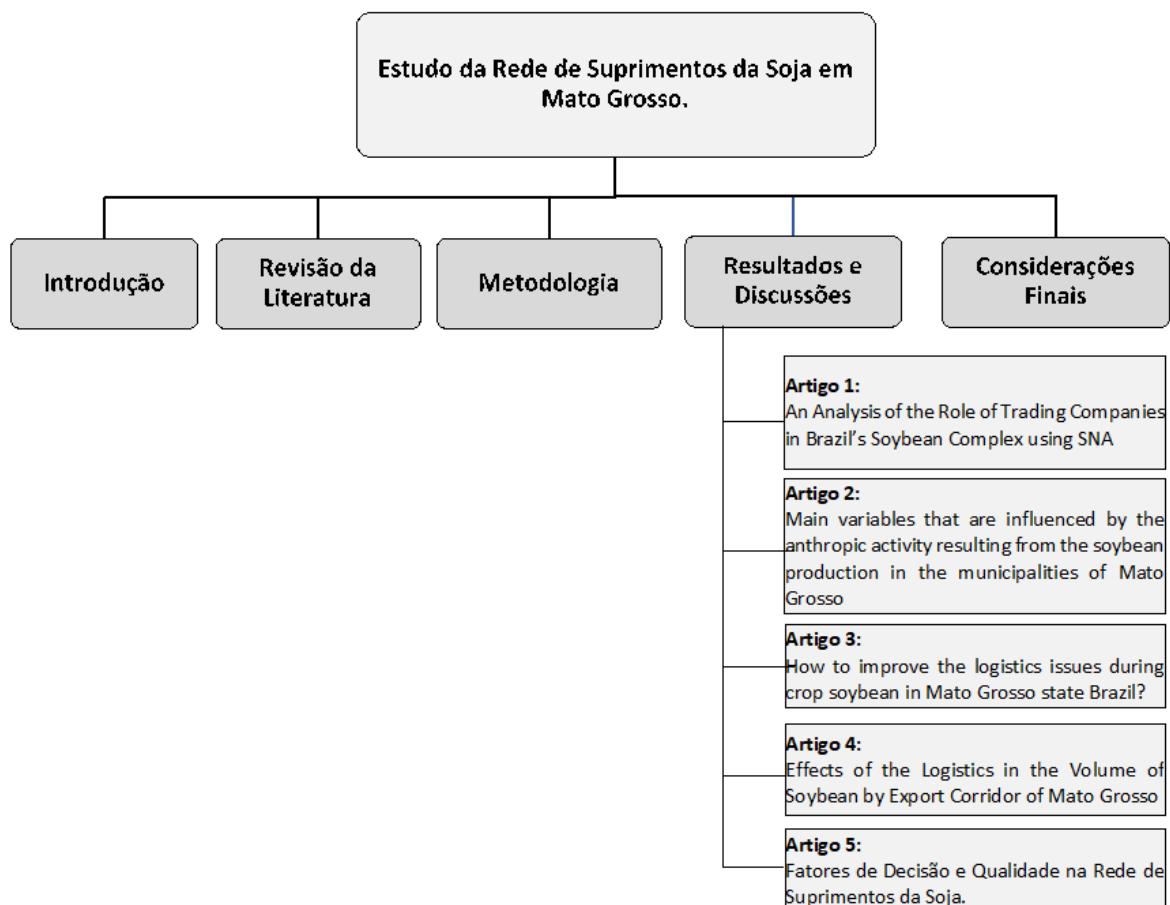


Figura 2: Esquema do desenvolvimento da tese.

Fonte: Elaborado pelo autor.

O capítulo 4 exibe os artigos que colaboraram para responder aos objetivos es-

pecíficos desta tese. Os artigos são: *An analysis of the role of trading companies in Brazil's soybean complex using SNA; Main variables that are influenced by the anthropic activity resulting from the soybean production in the municipalities of Mato Grosso; How to improve the logistics issues during crop soybean in Mato Grosso state Brazil?; Effects of the Logistics in the Volume of Soybean by Export Corridor of Mato Grosso; Fatores de decisão e qualidade na rede de suprimentos da soja.*

O capítulo 5 refere-se às considerações finais, apresenta os resultados que eram esperados e os resultados obtidos e as limitações encontradas para a realização deste estudo.

Compõem o texto desta tese os artigos que foram elaborados, submetidos e os que estão em fase de elaboração durante o período de participação do Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção da Universidade Paulista.

Destaca-se que a ordem dos artigos não segue a ordem de sua publicação, pois se optou por elencá-los em ordem lógica ao entendimento da pesquisa.

2 Revisão da Literatura

2.1 O Estado de Mato Grosso

O Estado de Mato Grosso faz parte da região Centro-Oeste do Brasil e se localiza na parte sul do continente sul-americano. Sua superfície é de 903.366,192 km² e limita-se ao norte com os Estados do Pará e do Amazonas, ao sul com Mato Grosso do Sul, a leste com Goiás e Tocantins e a oeste com Rondônia e o país andino Bolívia, conforme pode ser observado na figura 3 ([SEPLAN, 2013](#)).



Figura 3: Localização do Estado de Mato Grosso.

Fonte: ([SEPLAN, 2013](#)).

A população mato-grossense apresentou crescimento de 17% entre 2005 e 2016, entretanto, a densidade demográfica ainda continua baixa, sendo, de acordo com dados do ([IBGE, 2016](#)) o terceiro Estado brasileiro menos populoso.

No período entre as décadas de 1960 e 1990, o Estado experimentou forte expansão demográfica, chegando à taxa anual de crescimento de 6,62%. Esse crescimento deu-se em decorrência dos incentivos a ocupações de terras e estímulos ao desenvolvimento regional ([SEPLAN, 2013](#)).

Outro ponto a ser observado é que, durante o período 1970/2017, ocorreu um acentuado processo de urbanização, provocando significativas mudanças na estrutura de ocupação do espaço nos municípios. A taxa de urbanização média do Estado passou de 42,8% para 83,48%, apresentando declínio que denota um contínuo processo de esvaziamento da zona rural, embora o Estado tenha como vocação econômica a atividade agropecuária ([SEPLAN, 2013](#)).

As principais atividades produtivas de Mato Grosso estão ligadas ao agronegócio, sendo as atividades primárias ligadas à agropecuária, sua vocação natural. De acordo com o Instituto Mato-Grossense de Economia Agropecuária [IMEA \(2014\)](#), o Estado tem disponível para produção agrícola 15 milhões de hectares e 11 milhões de hectares para a pecuária.

O Estado de Mato Grosso é um dos principais produtores agropecuários do Brasil e tem um papel importante na exportação de commodities brasileiras. A balança comercial do Estado registrou um excedente de R\$ 13,3 bilhões em 2017, (Ministério do Desenvolvimento Indústria, Comércio e Serviços - [MDIC \(2018a\)](#)) (tabela 1).

Tabela 1: Balança comercial de Mato Grosso.

| Discriminação | US\$ Jan-Dez/2016 | US\$ Jan-Dez/2017 | Var (%) |
|----------------------|----------------------|----------------------|---------|
| Exportações | R\$12 588 619 622,00 | R\$14 728 002 577,00 | 16,99% |
| Importações | R\$1 185 744 813,00 | R\$1 404 522 233,00 | 18,45% |
| Saldo | R\$11 402 874 809,00 | R\$13 323 480 344,00 | 16,84% |
| Corrente de Comércio | R\$13 774 364 435,00 | R\$16 132 524 810,00 | 17,12% |

Fonte:Adaptado de ([MDIC, 2018a](#))

Os principais produtos do agronegócio do Estado de Mato Grosso são soja, milho, bovinos, algodão, aves, madeira, minerais e metais preciosos, suínos, açúcar e arroz ([IMEA, 2014; SEPLAN, 2016; MDIC, 2018a](#)), e somente as exportações de soja representam 60,82% das exportações do Estado (tabela 2).

Mato Grosso é um dos principais produtores de soja brasileiro e é responsável, sozinho por 28,3% de toda a área utilizada para a produção de soja no país, conseguindo produzir 27,86 milhões de toneladas, o equivalente a 30,8% da produção nacional de soja ([FAS/USDA, 2016](#)).

A produção de soja do Estado de Mato Grosso superou a produção do Estado do Paraná, maior produtor de soja em grão do país, ainda na safra de 1998/99, mantendo-se até a safra atual como o maior produtor do Brasil, enquanto o Paraná ocupa a segunda posição, com 17,9%, (Companhia Nacional de Abastecimento - [COPANAB \(2016\)](#)).

Tabela 2: Valor bruto da exportação de Mato Grosso (R\$).

| Descrição | 2016 (JAN-DEZ) | 2017 (JAN-DEZ) | Var% |
|-----------------------------|-----------------------|-----------------------|---------------|
| Soja | 7.636.129.597 | 8.957.744.874 | 17,30% |
| Milho | 2.408.284.033 | 2.849.362.254 | 18,30% |
| Bovinos | 1.012.715.846 | 1.269.111.068 | 25,30% |
| Algodão | 856.055.938 | 895.121.886 | 4,60% |
| Aves | 210.143.604 | 155.514.797 | -26,00% |
| Madeira | 140.566.099 | 149.448.517 | 6,30% |
| Minerais e metais preciosos | 71.177.830 | 118.974.612 | 67,20% |
| Suínos | 89.631.657 | 97.775.196 | 9,10% |
| Açúcar | 14.103.580 | 20.371.224 | 44,40% |
| Arroz | 2.121.442 | 2.151.597 | 1,40% |
| Outros | 147.689.996 | 212.426.552 | 62,00% |
| TOTAL | 12.588.619.622 | 14.728.002.577 | 17,10% |

Fonte: Adaptado de ([MDIC, 2018a](#))

Da soja produzida em Mato Grosso, 30% é destinada para ser processada em óleo e farelo de soja no mercado interno, enquanto 15% é comercializada junto a outros estados do país e 55% é destinada à exportação direta ([IMEA, 2014](#)).

Além da liderança nacional na produção de soja, o estado de Mato Grosso também é o maior produtor de algodão herbáceo (em caroço), responsável por 58,4% da produção nacional; girassol, com 74,8% da produção nacional, e milho, sendo responsável por 25% da produção nacional, dados da safra 2015/16 ([SEPLAN, 2016](#)).

Mato Grosso destaca-se também na produção de carnes, contabilizando o maior rebanho bovino brasileiro (29.364.042 cabeças, representando 13,7% do rebanho nacional); é o terceiro maior produtor nacional de peixe, responsável por produzir 9,8% da produção nacional; e ocupa a sexta posição no ranking nacional de rebanho de suínos, com 7,1% de participação ([SEPLAN, 2016](#)).

Com destino ao mercado externo, os produtos agropecuários representam mais de 95% das exportações mato-grossenses, e essas exportações, em 2017, totalizaram R\$ 14,7 bilhões ([MDIC, 2018a; IMEA, 2017a](#)).

2.2 Produção Brasileira de Soja

Os primeiros registros da utilização de soja para alimentação humana são de mais de 5 mil anos, na região dos rios e lagos do norte da China. Porém, sua chegada

à América deu-se em 1879, nos Estados Unidos, utilizada a princípio como forrageira para alimentação animal. Mas, a partir de 1904, descobre-se que a oleaginosa é fonte valiosa de proteína e óleo e, a partir da 2ª Guerra Mundial, sua utilização foi destinada, principalmente, para a produção de óleo vegetal e proteínas para ração animal (suínos, aves e bovinos) (Qiu & Chang, 2010).

No Brasil, os primeiros registros da soja são de 1882, na Bahia, e de 1892, no Instituto Agronômico de Campinas (IAC), mas, em 1914, no Rio Grande do Sul, surge o registro de cultivo e apenas em 1960, tornou-se uma cultura economicamente importante (Sá & Albano, 2011; Qiu & Chang, 2010).

A história da soja no Brasil está vinculada a fatores decorrentes da movimentação do mercado mundial e da mudança de hábito no consumo alimentar, tanto nacional quanto mundial. O cultivo da soja, a princípio, deu-se em terras anteriormente cultivadas com outras lavouras ou pastagens. A ocupação de terras novas para o seu plantio é recente, tem cerca de 20 anos. Assim que seu plantio foi desenvolvido no Brasil, a ênfase estava em proporcionar a sua expansão por fazendas em um modelo arcaico de produção (Luedemann, 2009; Wesz Junior, 2014; Richards et al., 2015).

Esse modelo arcaico de administração utilizado pelos produtores da época enfocava apenas o processo produtivo e não existia preocupação com a qualificação de recursos humanos, o meio ambiente, a obtenção de novas tecnologias e até mesmo com a comercialização de seu produto. Sua penetração ocorreu em áreas tradicionais cultivadoras de café, milho, pastagens e trigo (Luedemann, 2009; Wesz Junior, 2014; Richards et al., 2015).

A soja acabou promovendo a abertura de um leque de oportunidades para a implantação de indústrias processadoras, substituindo algumas pautas de importação, além de atrair o investimento de capital estrangeiro para o Brasil, incentivar a modernização de outras culturas, beneficiar a exportação e ajudar a montar uma cadeia industrial voltada para a agricultura.

O rápido desenvolvimento da soja ocorreu em função de dois fatores: um período de crescimento da demanda de produtos derivados de soja em nível mundial e fatores internos de política econômica, que criaram condições favoráveis para a expansão do setor (Mazzali, 2000).

Em função dessa política econômica, ocorreu um movimento migratório da produção de soja, saindo da região Sul em destino à região Centro-Oeste do país. No início da década de 1980, os Estados do Centro-Oeste ocupavam 14% da sua área com soja, contra 77% da região Sul, mas, a partir da década de 1990, esse cenário começa a se transformar e, em 1998, os Estados localizados no Centro-Oeste passaram a ter 45%, enquanto a região Sul diminuiu sua área para apenas 48% (Paula & Faveret Filho, 1998).

A tecnologia no plantio trazida pelos migrantes do Sul, somada ao melhora-

mento genético de sementes e sistemas de plantio mais produtivos ([Kumagai & Sameshima, 2014](#)), à oferta de terras planas e à regularidade climática possibilitou que Mato Grosso obtivesse maior produtividade nacional, com 2.730 kg/ha perante uma média nacional de 2.406 kg/ha, alcançando o posto de maior produtor de soja do país na safra 1999/00, conforme a figura 4 ([CONAB, 2017](#); [Sá & Albano, 2011](#)).

O destaque do Estado de Mato Grosso foi facilitado pela disponibilidade de 200 milhões de hectares agricultáveis, com condições climáticas favoráveis e padrões de precipitação previsíveis, somados às políticas públicas de financiamentos para a exploração de madeira, pecuária e sojicultura ([Arvor et al., 2010](#)).

Diante da necessidade de ampliar o acesso ao mercado internacional e elevar o saldo das exportações na balança comercial, o governo brasileiro decidiu fortalecer o apoio à sojicultura por meio de políticas de subsídios e ser competitivo diante dos EUA e Argentina.

Entretanto, em decorrência da Lei Kandir de 13 de setembro de 1996, que isenta do Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS) as exportações de produtos primários e semielaborados, ou seja, não industrializados, e não concede o mesmo benefício para os produtos industrializados, estimulando dessa forma as exportações de produtos sem valor agregado ([Sediyama et al., 2013](#)), estimulou-se a substituição das exportações de óleo e farelo de soja por grãos. [Wesz Junior \(2014\)](#) acrescenta ao cenário político as vantagens comparativas das nações, em que os países dominam as áreas que detêm tecnologias, podendo ser na oferta de recursos naturais, humanos e tecnológicos ou nas relações geopolíticas com os demais países ([Wesz Junior, 2014](#)).

Como o Brasil não podia competir com igualdade com a exportação de farelo e óleo de soja com os Estados Unidos e a Argentina, pelos altos subsídios que o governo fornece aos seus produtores, a isenção de impostos para os produtores de soja foi a forma encontrada para o Brasil produzir o grão com custo final do produto mais baixo ([Mazzali, 2000](#)). O Brasil não ocupa a primeira colocação no ranking mundial dos exportadores de farelo e óleo de soja, mas, por outro lado, ultrapassou os Estados Unidos na exportação de grãos.

O governo argentino, por sua vez, lançou uma política de promoção à exportação da soja processada, que permite a geração de mais empregos e divisas ao país, ultrapassando o Brasil nas exportações de farelo e óleo de soja ([FAS, 2018a](#)).

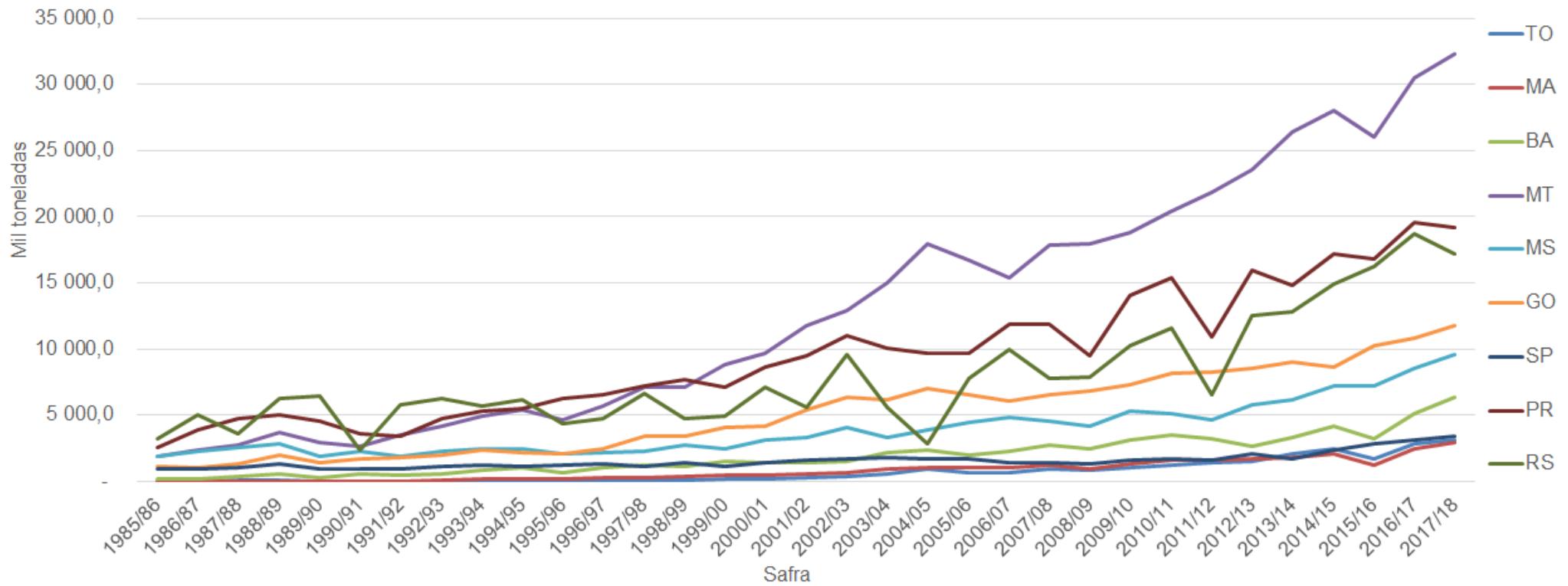


Figura 4: Evolução da produção de soja – 1985-2017.

Fonte: adaptada de ([CONAB, 2017](#)).

Esse cenário promove a desindustrialização do complexo da soja por meio da redução das exportações de farelo e óleo de soja, em detrimento do acréscimo das exportações de soja em grãos, contribuindo para o enfraquecimento da indústria de processamento, além de reduzir as receitas de exportações e mitigar a geração de postos de trabalho ([Aguiar & Matsuoka, 2016](#); [Medina, 2017](#)).

Mesmo com esse cenário, no ano de 2015 o complexo da soja constituiu a principal fonte de divisas para o Brasil, arrecadando US\$ 27,9 bilhões, dos quais US\$ 20,9 bilhões referentes a grãos, US\$ 5,8 bilhões a farelo e US\$ 1,1 bilhão a óleo. É um valor 10,9% menor que o do ano de 2014; contudo, o volume exportado do complexo foi 16,6% superior ([MAPA, 2016](#)).

Quanto à produção de farelo de soja na safra 2016/17, nota-se que sua produção está concentrada em: China (69,6 milhões de toneladas, equivalente a 30,8% da produção mundial), Estados Unidos (40,5 milhões de toneladas, 17,9% da produção mundial), Argentina (33,2 milhões de toneladas, 14,7%) e Brasil (31,6 milhões de toneladas, responsável por 13,9% da produção mundial) ([FAS, 2018a](#)).

Os quatro países se destacam na produção de óleo de soja: China, ocupando a primeira posição, extraíndo 15,7 milhões toneladas de óleo (representa 29,2% da produção mundial), seguida pelos Estados Unidos, com 10 milhões de toneladas (18,6% da produção mundial), Argentina, com 8,3 milhões de toneladas (15,5% da produção mundial) e Brasil, com 7,8 milhões de toneladas, o equivalente a 14,5% da produção mundial de óleo de soja ([FAS, 2018a](#)).

No entanto, e com cenário favorável à produção e à exportação de soja em grãos, o Brasil é o primeiro país em exportação e o segundo na produção da soja em grãos, tendo aumentado gradualmente sua produção, conforme demonstra a figura 5.

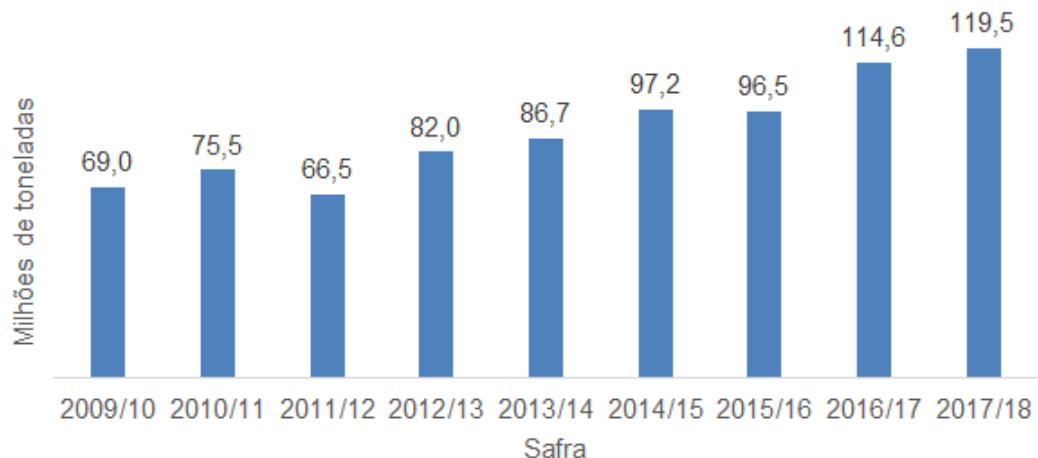


Figura 5: Produção de soja em grãos – Safras 2009/10 a 2017/18.

Fonte: [FAS \(2018b\)](#).

O Brasil obteve um crescimento de 73,19% entre as safras de 2009/10 e 2017/18, demonstrando sua vocação para a produção da oleaginosa ([CONAB, 2017; FAS, 2018a](#)).

Como o país tem demonstrado um grande potencial para crescimento da produção de soja, pode explorar o mercado internacional do complexo da soja, já que o consumo do complexo cresce a uma média de 29,9%, considerando o consumo das safras de 2002/03 a 2014/15 ([Hirakuri & Lazzarotto, 2011; CONAB, 2016](#)). A quantidade de terras ainda disponíveis para serem cultivadas com o grão, fato associado ao baixo custo da terra, proporciona ao Brasil um cenário próspero e favorável para explorar o mercado mundial do complexo da soja.

Para explorar esse mercado potencial, um grupo de *players* globais e nacionais têm realizado investimentos estratégicos para expansão em áreas de produção, em investimentos tecnológicos, na construção e na ampliação de armazéns, na instalação e na ampliação da capacidade de plantas de processamento e na logística para escoamento da produção.

Por meio das ações das *tradings companies* é observada a realização da divisão do trabalho na cadeia produtiva da soja, controlando as atividades de montante a jusante da cadeia, simultaneamente e em diferentes partes do globo.

2.3 Cadeia de Suprimentos da Soja em Mato Grosso

A existência de vários pontos críticos na cadeia de suprimentos da soja, incluindo a disponibilidade de terras para arrendamento, fornecedores de insumos, produtores, transportadores de curta e longa distância, armazéns e secadores, a indústria processadora e as empresas exportadoras, a gestão e a coordenação das operações requerem controle a montante e a jusante de toda a cadeia, conforme figura 6 ([Machado et al., 2013; Thakur & Donnelly, 2010](#)).

A montante da cadeia produtiva estão as empresas que fornecem os fatores de produção como as máquinas e equipamentos e os insumos (sementes, fertilizantes e defensivos) necessários à produção.

Embora a soja tenha boa adaptabilidade em diferentes tipos de solos e condições climáticas, para que se tenha uma boa produtividade requer-se aplicação intensiva de fertilizantes e de agrotóxicos para o controle de doenças e pragas. Os principais fertilizantes utilizados no cultivo da soja são os nitrogenados, os fosfatados e os potássicos, o que torna o Brasil o quarto maior consumidor de fertilizantes do mundo. A tabela 3 descreve os percentuais da produção e importação desses fertilizantes (Associação Nacional para Difusão de Adubos - ([ANDA, 2015](#))).

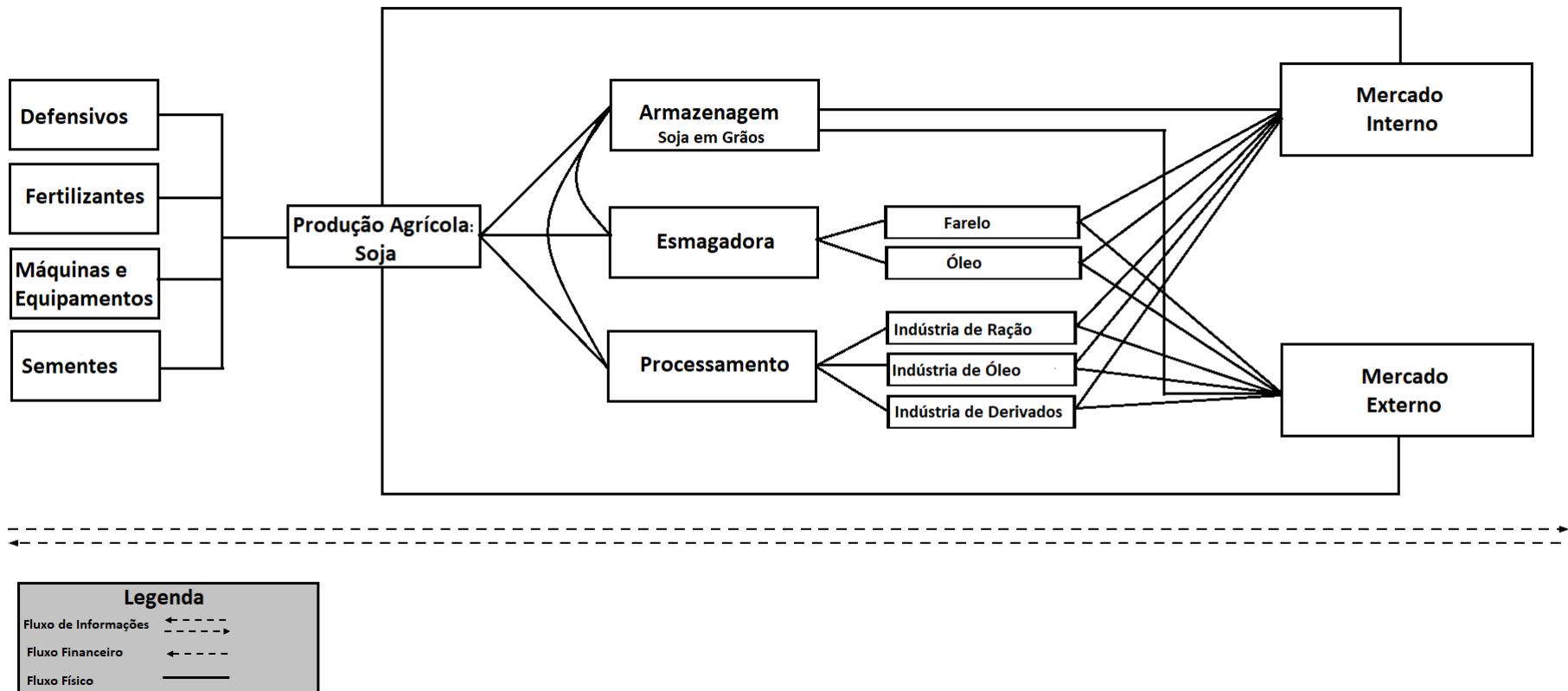


Figura 6: Representação esquemática da Rede da Soja no Brasil.
Fonte: adaptada de [Thakur & Donnelly \(2010\)](#); [Machado et al. \(2013\)](#).

Tabela 3: Produção e importação de fertilizantes em 2014.

| Produto | Produção | Importação |
|------------|----------|------------|
| Nitrogênio | 25% | 75% |
| Fósforo | 49% | 51% |
| Potássio | 8% | 92% |

Fonte: adaptada de ([ANDA, 2015](#))

As importações de nitrogênio têm como origem Rússia (42%), Ucrânia (14%) e EUA (9%); as importações de fósforo são originadas nos EUA (21%), Marrocos (25%), Rússia (14%) e China (13%); por sua vez, as importações de potássio vêm do Canadá (35%), Rússia (41%) e Alemanha (12%) ([ANDA, 2015](#)).

Com a necessidade de utilização de fertilizantes para alcançar níveis de produção competitivos, o crescimento da produção e do consumo de fertilizantes entre a safra 2008/09 e 2014/15 foram próximos, 55,98% e 59,99%, respectivamente; entretanto, a produtividade não alcançou os mesmos níveis de crescimento, conforme ilustra a figura 7.

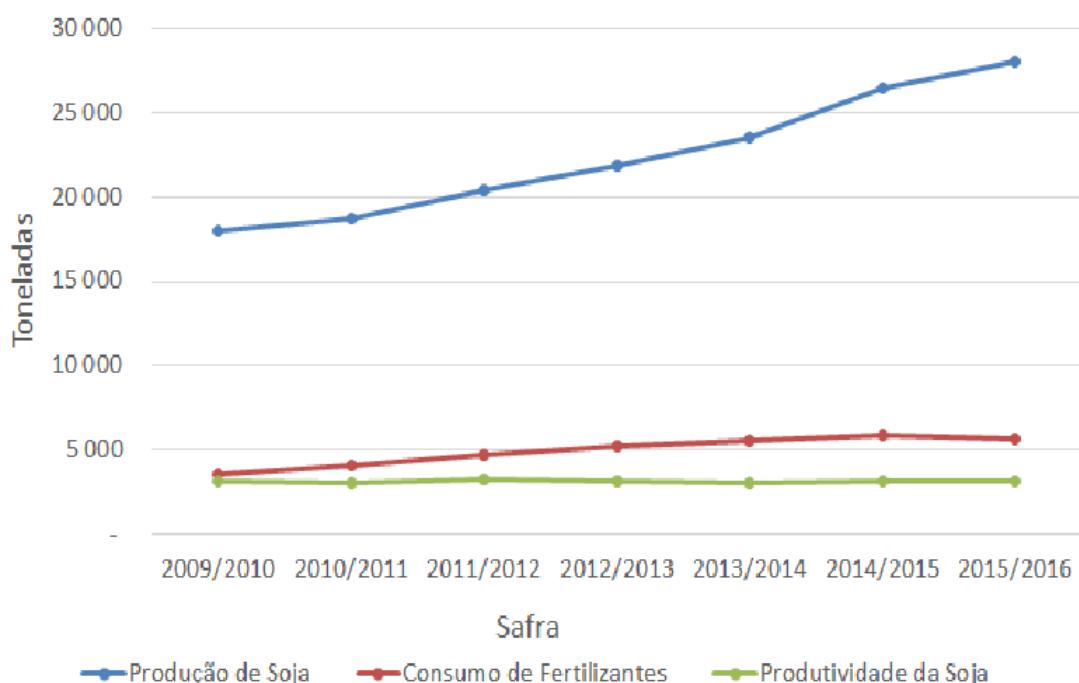


Figura 7: Crescimento da produção, produtividade e consumo de fertilizantes em Mato Grosso: 2009 – 2015.

Fonte: adaptada de ([ANDA, 2015](#); [CONAB, 2017](#)).

Do consumo de fertilizantes em Mato Grosso, a soja é responsável por absorver 35%, enquanto outras culturas, como milho, cana-de-açúcar e algodão, totalizam 65% do consumo de fertilizantes, em função das altas taxas de produtividade e da abertura

de novas áreas para o cultivo de soja ([Fernandes et al., 2009](#)).

A crescente utilização de fertilizantes utilizados no cultivo de soja em Mato Grosso torna esse mercado cobiçado pelos grandes *players* internacionais do setor. A concorrência no setor de fertilizantes é limitada pela carência de investimentos e pela existência de poucos *players*; os principais misturadores de fertilizantes à base de potássio, fósforo e nitrogênio são apresentados na tabela 4.

Tabela 4: Participação no mercado de fertilizantes, com base no faturamento.

| Empresa | Participação (%) |
|--------------------------|------------------|
| Bunge-Fosfértil | 43,40% |
| Yara/Trevo/Fosfértil | 15,00% |
| Mosaic/Cargill/Fosfértil | 14,60% |
| Heringer | 9,92% |
| Copebrás | 4,80% |
| Fertipar | 3,92% |
| Galvani | 2,73% |
| Iharabrás | 2,13% |
| Unifértil | 1,50% |
| Outros | 2,00% |
| Total | 100,00% |

Fonte: adaptada de ([SEAE, 2015](#))

O mercado é composto por um oligopólio, formado por grupos multinacionais que estão presentes em outras etapas da cadeia da soja, como o caso das operações da Bunge, Mosaic/Cargill e Yara. O grupo Mosaic e Yara são grandes conglomerados da indústria de fertilizantes internacional e Bunge e Cargill, conglomerados produtores, processadores e comercializadores de *commodities* agrícolas no mercado internacional ([Kulaif & Fernandes, 2010](#)).

Assim como no caso dos fertilizantes, os defensivos são largamente utilizados na cultura da soja; em 2015, a cultura da soja utilizou 52% de todos os defensivos agrícolas consumidos no Brasil, seguida pela cultura do milho (10%), da cana-de-açúcar (10%) e do algodão (7%) ([Konowalenko & Cruz, 2016](#)). Em 2015, o consumo de defensivos chegou a 887.872 toneladas. A figura 8 apresenta a evolução no consumo de defensivos agrícolas no Brasil no período de 2000 a 2015.

O consumo de defensivos por Estado continua sendo liderado pelo Mato Grosso que, em 2015, consumiu 204.211 toneladas, o equivalente a 23% do consumo nacional, seguido por São Paulo (13%), Paraná (13%) e Rio Grande do Sul (13%). O consumo de defensivos de Mato Grosso, Paraná e Rio Grande do Sul pode ser explicado pela expressiva produção de soja, enquanto São Paulo teve sua participação aumentada devido à recuperação das lavouras de cana-de-açúcar, café e citros ([Konowalenko & Cruz, 2016](#)).

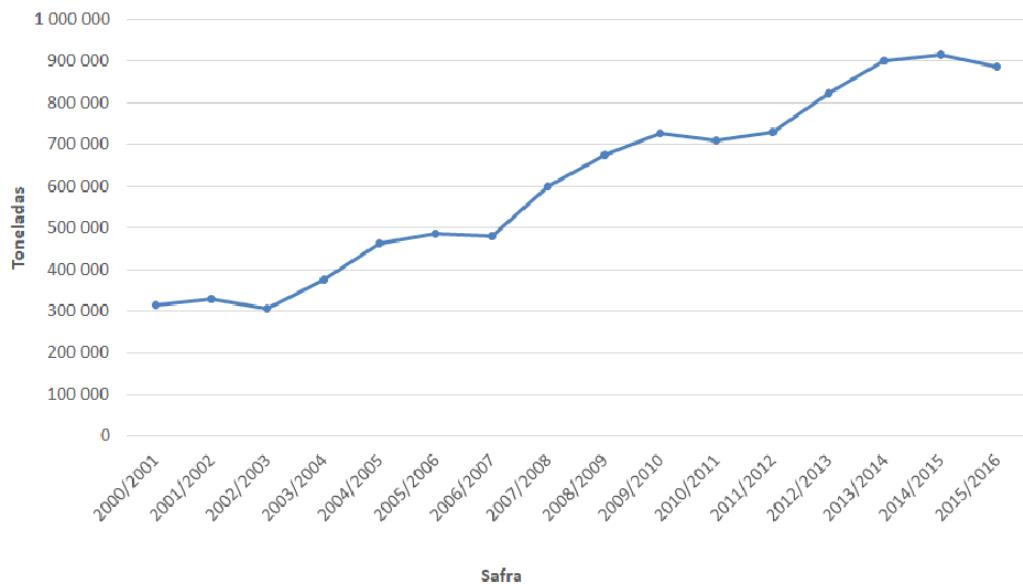


Figura 8: Comércio de defensivos agrícolas no Brasil entre 2000 e 2015.

Fonte: adaptada de ([Konowalenko & Cruz, 2016](#)).

Mesmo nesse cenário promissor, o mercado de defensivos agrícolas tem experimentado, nas últimas décadas, um processo de mudanças por meio de fusões e aquisições, de modo que o mercado mundial de agrotóxicos é constituído por um pequeno grupo de grandes corporações. Atualmente, um pequeno grupo controla o mercado de defensivos agrícolas no Brasil, conforme figura 9.

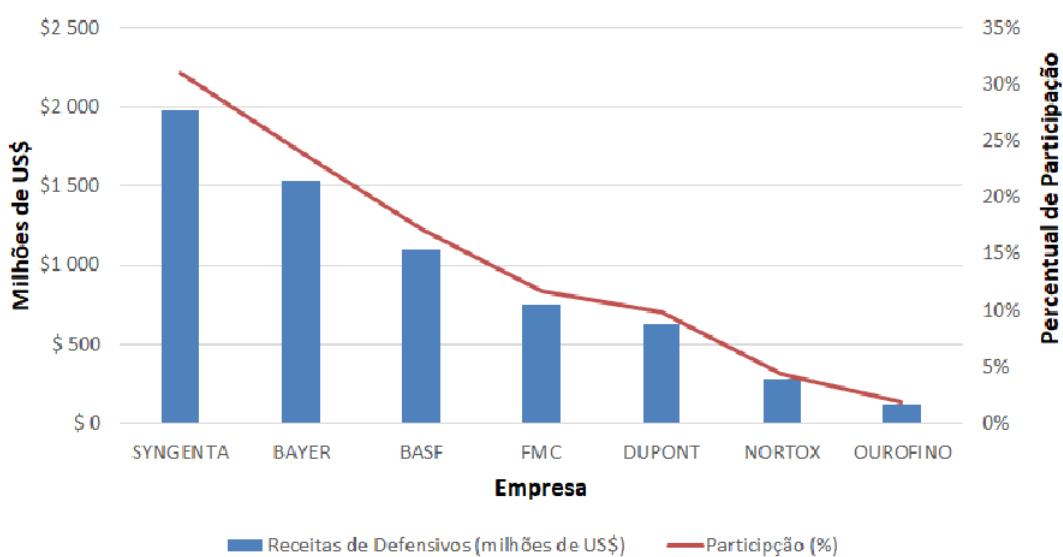


Figura 9: Receita mundial com a venda de defensivos agrícolas em 2014.

Fonte: adaptada de ([Company & Energy, 2014](#); [Pelaez et al., 2015](#)).

Dentre as sete principais empresas atuantes no mercado brasileiro de defensivos agrícolas – cinco líderes mundiais do mercado de agroquímicos, e duas empresas

nacionais (Nortox e Ouro Fino), observa-se que a receita das empresas nacionais é bastante inferior em relação às outras.

A produção de sementes de soja é um importante elo da cadeia produtiva, responsável pelo incremento da produtividade por meio de transferência rápida e eficiente de tecnologia.

De acordo com a Associação Brasileira de Sementes e Mudas (ABRASEM), o Brasil configura-se como o quarto maior mercado mundial de sementes. Em 2015, foram produzidas 2.561 mil toneladas e movimentou o equivalente a US\$ 1,3 bilhões, uma fatia de 8,2% do total, ficando atrás de Estados Unidos (34,84%), China (16,39%) e França (8,81%) ([Abrasel, 2016](#)).

Uma característica particular na indústria de sementes e de fato contribui para a competição entre as firmas estabelecidas é a quantidade de multiplicadores, totalizando 16 empresas atuando em nível mundial ([Abrasel, 2016; Freitas & Albrecht, 2016](#)).

Embora o mercado seja fragmentado, com a participação de um grupo variado de empresas, é possível verificar a concentração do mercado, haja vista que apenas duas empresas detêm 57,12% do faturamento do mercado mundial de sementes. A empresa com a maior fatia de mercado é a *Monsanto*, responsável por 32,94%, seguida pela *Pioneer* (24,18%), *Syngenta* (12,22%) e *Limagrain* (5,75%), conforme pode ser observado na figura 10.

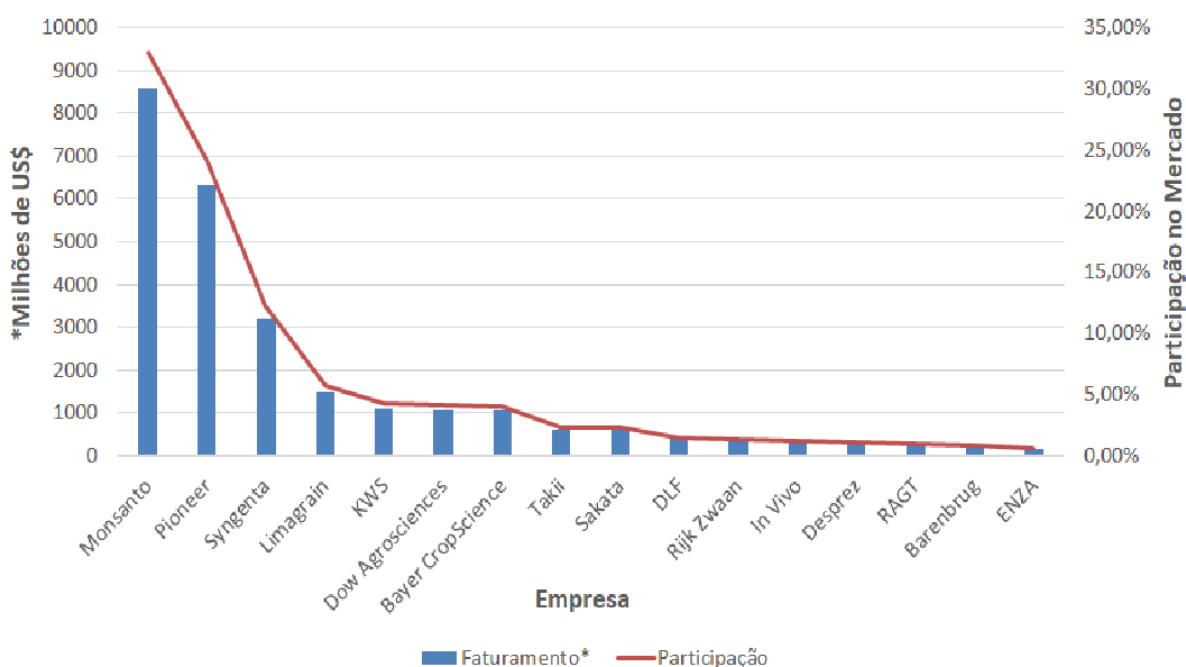


Figura 10: Faturamento das empresas com vendas mundial de sementes de soja em 2014.

Fonte: adaptada de ([ISF, 2015](#)).

O mercado de sementes para o cultivo de soja de Mato Grosso demandou, na safra 2015/16, 14 milhões de sacas; desse volume, o mercado local produziu 7 milhões e o saldo restante foi importado para semear 9,203 milhões de hectares ([Freitas & Albrecht, 2016](#)).

Mesmo com presença variada de empresas comercializando sementes no mercado e com a existência de uma forte concentração do mercado, observa-se a existência de um grande número de diferentes tipos de cultivares e variedades registradas. Empresas instaladas no Estado de Mato Grosso registraram 125 variedades diferentes de cultivares de soja, conforme a figura 11.

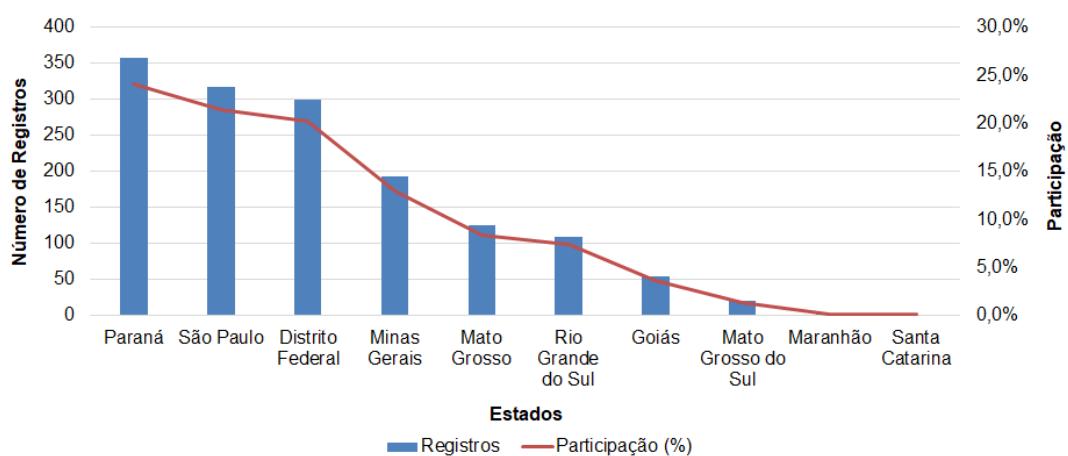


Figura 11: Registro por Estado das variedades de semente de soja em 2014.

Fonte: adaptada de ([Abrasem, 2016](#); [Freitas & Albrecht, 2016](#)).

Ainda que Mato Grosso ocupe a quinta colocação no registro de variedades de sementes e o Estado possua 45 empresas certificadas produzindo e comercializando sementes, essas empresas precisam pagar *royalties* por usar a transgenia e a genética desenvolvida ([Medina et al., 2015](#)). As empresas proprietárias das características transferidas ao germoplasma local captam por volta de 67% do preço final das sementes de soja, enquanto os outros 33% são compartilhados entre os desenvolvedores e multiplicadores de sementes ([Medina et al., 2015](#)).

Entretanto, o segmento de máquinas e equipamentos agrícolas não tem acompanhado a mesma tendência de crescimento dos demais setores do complexo da soja. O mercado de máquinas e equipamentos agrícolas tem registrado queda nas vendas desde a safra 2012/2013, conforme mostra a figura 12, segundo os dados obtidos na Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores [Anfavea \(2018\)](#).

A queda nas vendas decorre dos problemas com o cronograma de liberação de crédito para novas aquisições, associados ao aumento das taxas de juros incidentes nos novos financiamentos; da crise econômico/financeira do segmento sucroenergético; somando a esse cenário interno, a crise econômica instalada na Argentina, ja que

é o principal destino das exportações de máquinas e equipamentos brasileiros ([Vegro & Ferreira, 2015](#)).

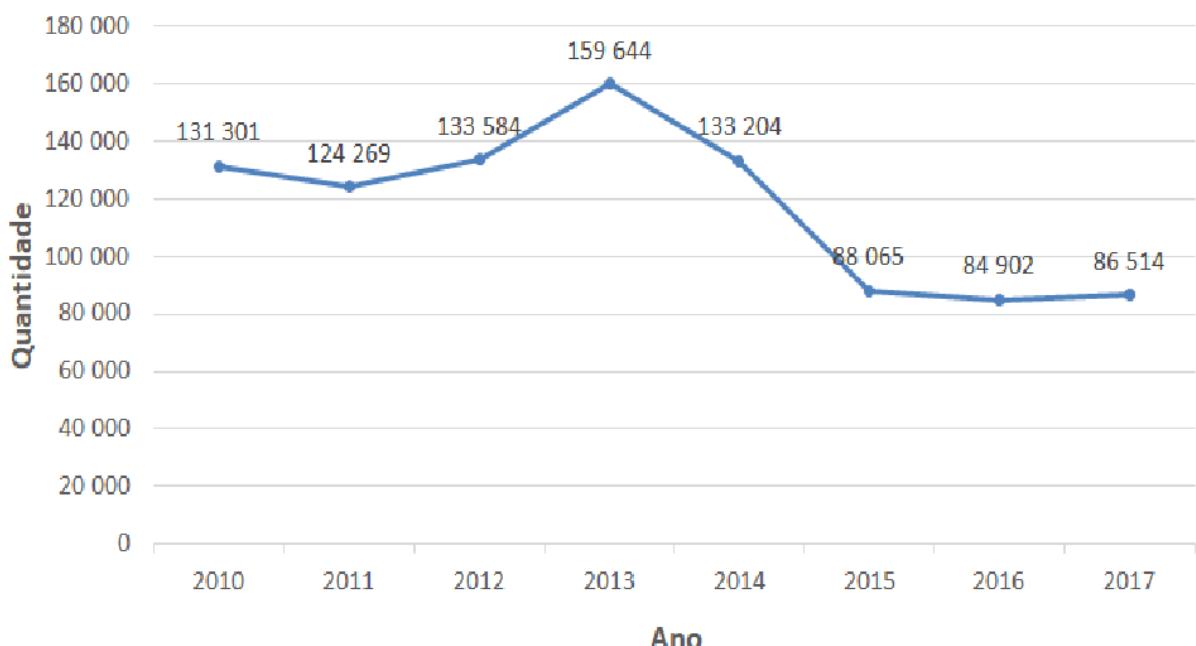


Figura 12: Vendas de máquinas, tratores e colheitadeiras agrícolas.

Fonte: adaptada de ([Anfavea, 2018](#)).

De acordo com os dados foi observada uma queda de 51,7% nas vendas de máquinas, tratores e colheitadeiras agrícolas entre as safras 2012/13 e 2016/17, indicando que, além do fator produção e exportação do complexo da soja, outros fatores implicam na adoção de tecnologias produtivas, como, por exemplo, as linhas de financiamento agrícola ([Medeiros et al., 2017](#)). No entanto, a Região Centro-Oeste, com a vocação agropecuária, conseguiu ficar em terceira colocação nas vendas de tratores e máquinas agrícolas (6.827 unidades); a liderança das vendas foi da Região Sul (15.063), seguida pela Sudeste, faturando 13.915 unidades ([Anfavea, 2018](#)).

Mato Grosso é o quinto maior Estado em número de vendas de máquinas e equipamentos agrícolas. No ano de 2017, foi registrada a venda de 3.049 unidades, representando 7,35% de todas as vendas que ocorreram no país, conforme a figura 13. Entretanto, o resultado ficou abaixo da expectativa, se considerada a importância do Estado para o agronegócio do país ([Anfavea, 2018](#)).

Por meio da figura 13, observa-se que os Estados de São Paulo, Rio Grande do Sul e Paraná registraram os maiores volumes de vendas de máquinas e equipamentos agrícolas, o que, segundo [Medeiros et al. \(2017\)](#), pode ser entendido como decorrência da adoção de políticas públicas destinadas ao fortalecimento da agricultura familiar, em que são observadas maiores quantidades de programas de financiamento (Pronamp, Moderinfra, Moderfrota, Moderagro, Prodecoop, Pronaf e ainda linhas do

BNDES), facilitando a aquisição e a renovação da frota e de equipamentos (Silva & Vian, 2017).

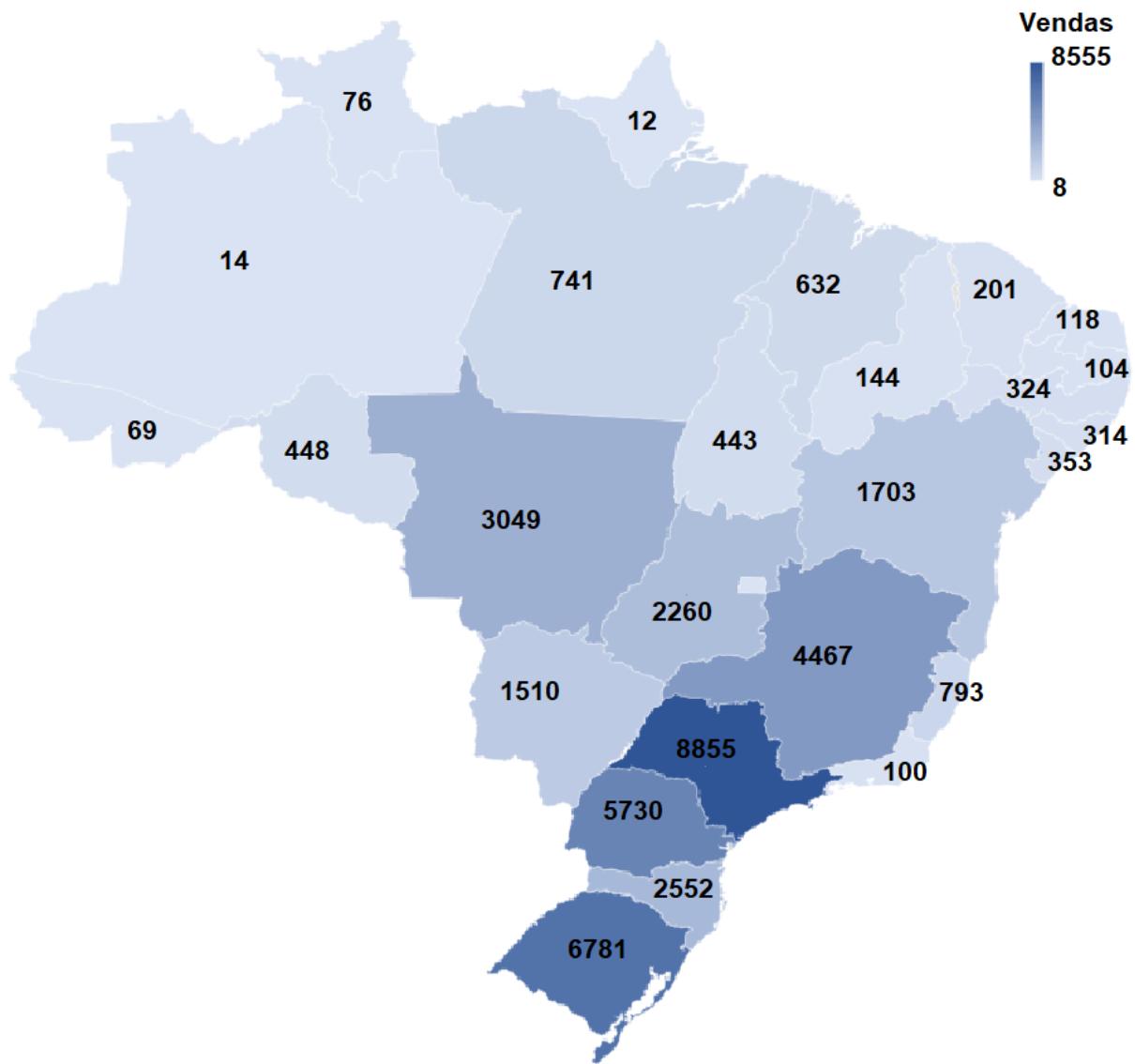


Figura 13: Participação dos Estados nas vendas de máquinas e equipamentos agrícolas.

Fonte: adaptada de ([Anfavea, 2018](#)).

Para atender à demanda brasileira por tratores de pneus e colheitadeiras, que no ano de 2017 foi de 41.501 unidades, percebe-se a atuação de grandes *players* internacionais. No entanto, dois grandes grupos dominam o mercado: o grupo italiano CNH Industrial Brasil Ltda., detentor das marcas *New Holland* e *Case*, e o grupo norte americano *Allis-Gleaner Corporation* – AGCO do Brasil Máquinas e Equipamentos Agrícolas Ltda., detentor das marcas *Massey Ferguson* e *Valtra*, juntos respondem por mais 63,9% do mercado (27.994 unidades), conforme a figura 14 ([Anfavea, 2018](#)).

Dividem o mercado ainda a norte-americana *John Deere*, que sozinha detém

27,4% de participação (12.031 unidades), e a única empresa brasileira, a Agrale, que possui 8,7% da fatia de mercado e vendeu 3.816 unidades em 2017.

No que diz respeito ao oligopólio brasileiro de tratores e colheitadeiras agrícolas, [Silva & Vian \(2017\)](#) descrevem que o Brasil ocupa papel estratégico em função do seu potencial de expansão de terras cultiváveis e por ser fronteira entre Argentina, Bolívia, Paraguai, Uruguai e Venezuela, compartilhando em suas pautas de produção diversos gêneros agrícolas também cultivados no Brasil, demandando máquinas e equipamentos idênticos.

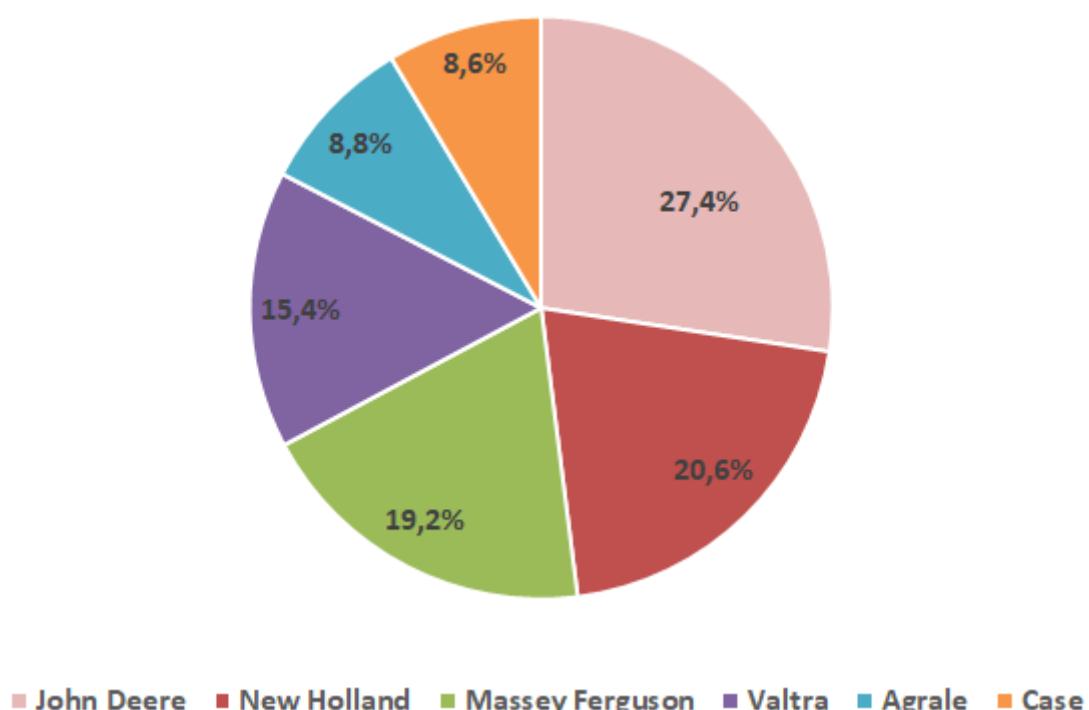


Figura 14: Participação nas vendas pelas montadoras de máquinas e equipamentos agrícolas.

Fonte: adaptada de ([Anfavea, 2018](#)).

À jusante da cadeia produtiva um grupo de empresas atua globalmente no complexo da soja, são elas corporações como *Noble Group Limited*, *Mitsubishi Corporation*, *Sojitz Corporation*, *Marubeni Corporation*, *Glencore Xstrata Plc.*, *CHS Inc.*, *Chinatex Grãos e Óleos Imp. & Exp. Co. Ltd.*, *Toyota Tsusho Corporation*, *Mitsui & Co. Ltd.*, *Adecoagro S/A*, *El Tejar*, além das quatro maiores empresas que controlam, praticamente, todo o mercado: *Cargill Incorporated*, *ADM – Archer Daniels Midland Company*, *Bunge Limited* e *Louis Dreyfus Group* ([Oliveira, 2014](#)).

Para [Murphy et al. \(2012\)](#), o mercado global do complexo da soja é dominado por quatro grandes *players*, e em 2012 respondiam por 70% do mercado, mas, em virtude da entrada de empresas asiáticas na concorrência pelo mercado mundial da soja, essa participação caiu para 46% em 2016 ([Santos & Steffen, 2016](#); [Bonato,](#)

2016).

Além das empresas de capital internacional, há a existência de empresas de capital nacional atuando no mercado global, como exemplos Amaggi, Caramuru, Bianchini, Granol e Fiagril .

De olho na possibilidade de obter grandes retornos nos investimentos, esses players nacionais e globais têm realizado investimentos estratégicos no Brasil. Além das *tradings* globais Bunge, Cargill, *Archer Daniels Midland Company* (ADM) e *Louis Dreyfus & Cie* e *El Tejar*, as empresas nacionais Amaggi, Caramuru e Bom Jesus investem no Brasil tanto na consolidação de posições como na abertura de novos mercados para seus produtos (Oliveira, 2014; Wesz Junior, 2014).

2.3.1 Bunge

A Bunge Brasil é uma das principais empresas de agronegócio e de alimentos do mundo. Pertence à *holding Bunge Limited*, fundada em 1818, com sede em Nova York, Estados Unidos. Nos últimos anos, a atividade da empresa no Brasil tem sido muito agressiva, de acordo com a realização de investimentos estratégicos necessários para se consolidar no mercado da soja. Os investimentos estratégicos têm por objetivo atender à expansão do mercado internacional em função do aumento da renda e do consumo proporcionado pelo crescimento econômico, em especial o da China. Em 2005, a Bunge Brasil comprou da empresa Perdigão, uma unidade de processamento de soja localizada na cidade de Marau (RS), um dos principais polos de granjas do sul do país. Em 2008, realizou investimentos na instalação de uma segunda planta para industrializar soja no Mato Grosso, com capacidade para processar 4 mil toneladas de grãos por dia e 1,3 milhões de toneladas por ano (Serra et al., 2008; BUNGE, 2015; Clapp, 2015; Sojamo & Larson, 2012).

2.3.2 Cargill

A Cargill foi fundada em 1865 e é uma empresa de sucesso no setor de alimentos. Suas raízes estão na agricultura das terras de Minnesota, Estados Unidos. Suas origens remontam há mais de 150 anos, após a instalação de um simples armazém de grãos, um espaço para a empresa prosperar. A partir de um pacote de investimentos estratégicos no Brasil, em 2003, a Cargill inaugurou um terminal de grãos em Santarém, no Estado do Pará. Em 2007, a empresa instalou uma planta industrial para esmagar os grãos, produzir farelo, refinar e envasar óleo de soja na cidade de Primavera do Leste (MT), com capacidade para processar 2 mil toneladas por dia. Em 2007, a Cargill realizou investimentos na sua planta localizada em Mairinque (SP) a fim de duplicar a sua capacidade de produção de poliol, uma espuma produzida a partir de

óleo de soja e usada na indústria de móveis e automóveis, é a única fabricante do produto (Clapp, 2015; CARGILL, 2016b,a; Fantini, 2011; Cobério, 2014).

2.3.3 *Archer Daniels Midland Company* – ADM

A ADM é um conglomerado de empresas de produção de alimentos, rações animais, biocombustíveis, produtos químicos e ingredientes utilizados na indústria. Foi fundada em 1902, em Minnesota, Estados Unidos. Para a ADM, o Brasil é parte importante dos seus crescentes negócios globais. A empresa iniciou suas operações no Brasil em 1997, após comprar quatro fábricas de esmagamento de soja da empresa Sadia e 12 unidades de armazenagem. Do início das suas operações no Brasil até o ano de 2000, a ADM aumentou sua capacidade de esmagamento de 7 mil para 9 mil toneladas por dia, processadas em seis unidades de processamento próprias. Adquiriu as operações de soja da Granja Rezende, em Uberlândia (MG), e arrendou a unidade de esmagamento de soja em Santo Anastácio (SP), com cláusula de opção de compra. Em 2003, a ADM realizou investimentos na sua unidade de processamento de soja de Rondonópolis (MT), passando de 1 milhão para 2 milhões de toneladas de soja esmagadas por ano. No mesmo ano, realizou investimento na sua capacidade de armazenagem de grãos no Centro-Oeste, ampliando em 285 mil toneladas a capacidade estática, construindo quatro novos armazéns em Rondonópolis (MT) e um em Caarapó (MS). Em 2004, com recursos do BNDES, adquiriu 140 vagões de trem para serem alugados para a Ferronorte (Rumo-ALL), com a finalidade exclusiva de transportar os produtos da própria ADM. Em 2005, fechou um acordo com a indústria argentina de alimentos *Molinos Ríos de La Plata* para produzir e distribuir no Brasil óleo de soja com a marca *Cocinero Bio*. O óleo da marca Cocinero passou a ser produzido na fábrica de Campo Grande (MS). Além da marca Cocinero, a ADM trabalha com as marcas Concórdia e Corcovado e comercializa as marcas de óleo da Sadia e da Rezende. A ADM também conta com instalações portuárias em Santos (SP), Tubarão (ES) e Paranaguá (PR) (Oliveira, 2014; Clapp, 2015; Bonanno et al., 2000; Lima, 2009; ADM, 2016).

2.3.4 *Louis Dreyfus Company* – LDC

A LDC foi fundada em 1851 e recebe o nome de seu fundador, Léopold Louis-Dreyfus. A empresa surgiu na região francesa da Alsácia. Hoje, atua na produção e comércio de energia renovável produzida a partir de biomassa, *commodities* (complexo da cana-de-açúcar e complexo da soja) e, transporte marítimo internacional. No Brasil, o grupo consolidou sua presença em 1942, com a aquisição da empresa Comércio e Indústrias Brasileiras (Coinbra), atuando na comercialização de açúcar,

produtos cítricos, oleaginosas e café. Em 2001, a Coinbra realizou investimentos e reativou a unidade de esmagamento de soja da Sociedade Cerealista Paranaense (Soceppar), localizada em Bataguassu (MS). A unidade industrial de farelo e óleo vegetal tem capacidade de esmagar entre 300 mil e 400 mil toneladas de soja por ano. Adquiriu as operações da André & Cie, empresa suíça com forte atuação internacional na importação e exportação do complexo de soja. Em 2003, a Coinbra realizou investimentos na construção de uma nova fábrica localizada no município de Alto Araguaia (MT), com capacidade para processar 7 mil toneladas por dia. Realizou investimentos na ampliação da capacidade de esmagamento de soja das unidades de Jataí (GO) e Ponta Grossa (PR), que passaram a processar 3 mil toneladas por dia. No mesmo ano, realizou a compra e reforma de vagões e locomotivas para escoar a produção. Em 2004, o grupo realizou investimentos para aumentar a capacidade de armazenamento de soja, com a construção de três unidades armazenadoras em Goiás e outras três no Mato Grosso ([Oliveira, 2014](#); [Clapp, 2015](#); [Sediyama et al., 2013](#); [LDC, 2016](#)).

2.3.5 *El Tejar*

O grupo *El Tejar* nasceu em 1987 como uma associação de famílias que inicialmente mantinham atividades pecuárias na cidade de Saladillo na Argentina. Como resultado dos trabalhos desenvolvidos pela associação, em 1993, a empresa conseguiu comercializar sua produção de carne sob sua própria marca para o Brasil e o Chile. A partir da década de 1990, o grupo começa a arrendar áreas para ampliar a produção pecuária e, em 1998, começa a produção agrícola; na época, já contava com 3.510 hectares e no fim de 2001 já ultrapassava os 32.650 hectares; em 2005, 74.000 hectares na Argentina e um total de 105.000 hectares de terras na Bolívia, no Uruguai e no Brasil. Em 2006, o grupo familiar é incorporado pelo fundo *Altima Partners LLP*, com sede em Londres, e desse momento em diante a empresa passa ter a forma de um fundo de investimento internacional dedicado ao negócio agrícola. No final de 2008 e após contrair empréstimo do Banco Holandês - *The Netherlands Development Finance* e receber investimento do Grupo Capital, a *El Tejar* iniciou o plantio em 936 mil hectares, dos quais 170 mil eram de sua propriedade. Na safra 2010/11, o grupo *El Tejar* plantou em Mato Grosso 300 mil hectares de soja, dos quais 86 mil já eram de sua posse, e atualmente cultiva apenas 84,3 mil hectares de soja em Mato Grosso ([Samora, 2011](#); [Onde, 2015](#); [Caligaris, 2017](#); [Wesz Junior, 2015](#)).

As empresas brasileiras, por sua vez, estão sob a pressão competitiva das grandes corporações globais e também realizaram investimentos estratégicos. André Maggi, Caramuru Alimentos e Bom Jesus são grupos nacionais, que se destacam no mercado do complexo da soja. Com investimentos tanto no aumento da capacidade produtiva quanto na diversificação da produção integrada de grãos de soja, esma-

gamento, processamento e refinamento de soja, armazenagem e distribuição, esses grupos vêm ocupando e consolidando seu espaço no mercado interno e no externo.

2.3.6 Grupo Amaggi

O Grupo Amaggi iniciou suas atividades em 1977, em São Miguel do Iguaçu (PR), com a produção de sementes e com a comercialização de safras. Mais tarde, transformou-se em *trading* de grãos. Há quase 20 anos vem promovendo inovações na logística de transporte de grãos no Brasil. Em 1997, foi responsável pela construção de dois terminais hidroviários no país, um localizado em Itacoatiara (AM) e outro localizado em Porto Velho (RO), viabilizando a exportação do complexo de soja pelo Rio Madeira. Em 1998, o Grupo Amaggi realizou investimentos na cidade de Humaitá (AM) a fim de construir um terminal para a armazenagem de grãos, com capacidade para 45 mil toneladas de soja e arroz, e outro para a estocagem de fertilizantes. Em 1999, o grupo já tinha aberto fronteiras agrícolas de mais de 50 mil hectares de soja no sul e noroeste do Mato Grosso quando decidiu implantar um polo de produção de 15 mil hectares de soja mecanizada na região oeste do Estado do Pará. No ano 2000, adquiriu estruturas de produção e armazenagem da empresa Refinadora Óleos Brasil, dando início ao processo de integração da produção de soja, passando a produzir também óleo e farelo de soja. Em 2001, realizou investimentos na aquisição de seis balsas e um empurrador de 4 mil HP com capacidade para transportar um comboio com 30 mil toneladas de soja. Em 2004, investiu em um grande projeto de sistema de gestão ambiental e social, com certificação da empresa holandesa *Control Union* e da *Skal International*, além da auditoria da SGS e da *Genetic ID*. Em 2006, colocou em funcionamento sua primeira esmagadora de soja, no norte de Mato Grosso, terceira unidade do grupo empresa ([Luedemann, 2009; Silva et al., 2016; Wesz Junior, 2014; Amaggi, 2016](#))).

2.3.7 Grupo Caramuru

O Grupo Caramuru surgiu em 1964, na cidade de Maringá (PR), atuando na área de processamento de grãos. No início da década de 1970, decidiu expandir as fronteiras agrícolas, abrindo filiais no interior do Brasil. No ano 2000, firmou uma parceria com a ALL, resultando em uma participação de 50% no terminal XXXIX no Porto de Santos, correspondendo a 180 mil toneladas de capacidade estática de armazenamento de grãos e farelo. Em 2001, inaugurou uma indústria para extração e refino de óleos especiais instalada no município de Itumbiara (GO). Em 2003, iniciou a construção de uma nova unidade de processamento de soja, no município de Ipameri (GO), ampliando sua capacidade de processamento para 6 mil toneladas de soja por dia.

No ano de 2003, realizou investimentos para melhorar a capacidade de embarque no porto de Santos (SP) e na construção de dois novos silos no complexo industrial de São Simão (GO). Em 2007, deu início à produção de biodiesel no Estado de Goiás, e iniciou as atividades de operador portuário no terminal de Santos (SP) para produtores rurais exportarem diretamente. Em 2011, firmou contrato de arrendamento de uma unidade industrial de extração de soja em Sorriso (MT), com capacidade de mil toneladas/dia de esmagamento de soja e 200 toneladas/dia de refino de óleo de soja ([Caramuru, 2018](#); [Silva & Cardoso, 2006](#); [Santos et al., 2017](#)).

2.3.8 Grupo Bom Jesus

O Grupo Bom Jesus, fundado por Luiz Vigolo, iniciou suas atividades na segunda metade dos anos 1970, produzindo e comercializando sementes de soja. Em 1987, instituiu a Bom Jesus Sementes, alcançando a sementeira a um novo patamar de negócio. Em 1992, implantou uma nova unidade de beneficiamento de sementes, e deu início ao processo de verticalização do negócio, oferecendo, então, além das tradicionais e conceituadas sementes, silos para armazenagem de grãos, unidades de beneficiamento de algodão, logística, também comercialização de *commodities* e insumos no mercado nacional e internacional. Em 2003, a empresa expandiu as atividades de logística, passando a contar com 73 filiais espalhadas em 14 Estados e no Distrito Federal. Em 2014, contava com uma área total de mais de 200 mil hectares cultivados, responsáveis pela produção de mais de 350 mil toneladas de soja e 290 mil toneladas de milho. Também em 2014, a empresa inaugurou uma nova estrutura para recebimento e armazenagem de grãos, na cidade de Rondonópolis (MT). Contando com essa unidade, o grupo atingiu uma capacidade total de aproximadamente 420 mil toneladas de armazenamento estático ([Bom Jesus, 2018](#)).

Com o intuito de auxiliar e facilitar a leitura e o entendimento da contribuição de cada uma das obras utilizadas nesta revisão, elaborou-se a tabela 5. Está organizada em ordem alfabética, e descreve a contribuição de cada um dos trabalhos consultados na construção desta Tese.

Tabela 5: Lista de referências e suas contribuições para a Tese.

| Autor | Tipo de Trabalho | Contribuição para a Tese |
|------------------------------------|-------------------------|---|
| (ABRASEM, 2016) | Relatório técnico | Apresenta dados e estatística sobre a produção de sementes de soja |
| (ADM, 2016) | Página da Web | Apresenta dados e estatísticas sobre as operações globais da ADM |
| (AGUIAR; MATSUOKA, 2016) | Artigo de Periódico | Elucidou a discussão acerca da desindustrialização e a primarização das exportações, demonstrando os efeitos, tanto em termos de perdas de receita quanto da mudança de parceiros e dos investimentos |
| (AMAGGI, 2016) | Página da Web | Apresenta dados sobre a origem e das operações globais do grupo Amaggi |
| (ANDA, 2015) | Relatório técnico | Apresenta dados e estatística sobre a produção e importação de fertilizantes no Brasil |
| (ANFAVEA, 2018) | Relatório técnico | Apresenta dados e estatística sobre a produção e comercialização de Tratores e implementos agrícolas |
| (ARVOR et al., 2010) | Artigo de Periódico | Descreve a reorganização do espaço geográfico mato-grossense motivado pela produção de soja |
| (BONANNO; CONSTANCE; LORENZ, 2000) | Artigo de Periódico | Apresenta a estratégia de organização realizada pela ADM para a produção mundial de agroindustrial |
| (BONATO, 2016) | Página da Web | Apresenta dados referente a queda na participação do mercado global da soja em função da entrada de <i>Trading's Asiáticas</i> no mercado mundial |
| (BUNGE, 2015) | Relatório técnico | Apresenta dados e estatística sobre a gestão e a produção no segmento do agronegócio da BUNGE |
| (CALIGARIS, 2017) | Artigo de Periódico | Descreve a histórias da <i>El Tejar</i> , considerada a maior empresa de produção agrícola na Argentina e uma das maiores na produção de soja no Mato Grosso |
| (CARAMURU, 2018) | Página da Web | Apresenta dados sobre a origem e das operações do grupo Caramuru |
| (CARGILL, 2016b, 2016b) | Relatório técnico | Apresenta dados e estatística sobre as operações globais da Cargill |
| (CLAPP, 2015) | Artigo de Periódico | Faz um resumo das principais empresas que dominam o comércio global de grãos hoje e sugere uma serie de tendências para o setor de grãos |

| Autor | Tipo de Trabalho | Contribuição para a Tese |
|---------------------------------------|-------------------------|---|
| (COBÉRIO, 2014) | Tese de Doutorado | Descreve sobre a estrutura atual da Cargill, e a sua contribuição para a modernização da agricultura e a organização da agroindústria. |
| (CONAB, 2016, 2017) | Relatório técnico | Apresenta dados sobre a área, produção e produtividade da soja e indicadores agropecuários |
| (FANTINI, 2011) | Dissertação de Mestrado | Descreve a origem, a história e a estrutura atual da Cargill |
| (FAS/USDA, 2016, 2018) | Relatório técnico | Apresenta dados sobre a área, produção e produtividade da soja e indicadores agropecuários dos principais países produtores de soja |
| (FERNANDES; GUIMARÃES; MATHEUS, 2009) | Artigo de Periódico | Descreve o panorama da produção, importação e comercialização de fertilizantes no Brasil, e os impactos na agricultura |
| (FREITAS; ALBRECHT, 2016) | Artigo de Periódico | Descreve a estrutura de mercado e a competitividade das empresas mantenedoras de cultivares de sementes de soja. |
| (Grupo Bom Jesus, 2018) | Página da Web | Apresenta dados sobre a origem e das operações do grupo Bom Jesus |
| (HIRAKURI; LAZZAROTTO, 2011) | Relatório técnico | Apresenta análises e discussões relacionadas com a evolução da oferta e da demanda de produtos do complexo soja, bem como estabelece algumas perspectivas de desempenho econômico |
| (IMEA, 2014, 2017) | Relatório técnico | Apresenta dados e estatística sobre o estado de Mato Grosso |
| (KONOWALENKO; CRUZ, 2016) | Relatório técnico | Descreve o Panorama do mercado de defensivos no Brasil |
| (KULAIF; FERNANDES, 2010) | Livro | Descreve o Panorama do mercado de fertilizantes no Brasil |
| (LDC, 2016) | Página da Web | Apresenta dados acerca da origem, história, estrutura atual e estatísticas sobre as operações globais da LDC |
| (LIMA, 2009) | Artigo de Congresso | Descreve a gestão e as estratégias de crescimento da ADM, e a estratégia utilizada para compor o grupo de trading's que formam o Oligopólio mundial do complexo da soja. |
| (LUEDEMANN, 2009) | Artigo de Congresso | Descreve o processo de desenvolvimento da agricultura de Mato Grosso |
| (MACHADO; REIS; SANTOS, 2013) | Artigo de Periódico | Apresenta dados para a elaboração da representação esquemática da Rede da Soja no Brasil |

| Autor | Tipo de Trabalho | Contribuição para a Tese |
|------------------------------------|-------------------------|--|
| (MAPA, 2014, 2016) | Relatório técnico | Apresenta dados sobre os indicadores agropecuários e projeções para o agronegócio brasileiro |
| (MAZZALI, 2000) | Livro | Descreve a recente forma de reorganização agroindustrial brasileira para aumentar a competitividade frente a concorrência global |
| (MDIC, 2018a, 2018b) | Relatório técnico | Apresenta o Saldo da Balança Comercial brasileira e dos Estados |
| (MEDEIROS et al., 2017) | Artigo de Periódico | Apresenta o impacto da concessão de crédito rural sobre a produção agrícola |
| (MEDINA, 2017) | Artigo de Periódico | Descreveu os efeitos da desindustrialização e o efeito dos subsídios agrícolas na agricultura brasileira |
| (MEDINA; RIBEIRO; BRASIL, 2015) | Artigo de Periódico | Realiza um levantamento sobre a cadeia produtiva da soja, do plantio à agroindústria, destacando qual o percentual do negócio da soja no Brasil é, de fato, brasileiro |
| (MURPHY; BURCH; CLAPP, 2012) | Relatório de Pesquisa | Apresenta quatro principais <i>trading's</i> que lideram o mercado global da soja |
| (OLIVEIRA, 2014) | Artigo de Congresso | Descreve o processo histórico da mundialização da agricultura brasileira, analisando o papel das <i>trading's</i> na produção de alimentos |
| (ONDEI, 2015) | Página da Web | Apresenta dados sobre as operações globais do grupo <i>El Tejar</i> |
| (PAULA; FAVERET FILHO, 1998) | Artigo de Periódico | Descreve o perfil do complexo agroindustrial da soja e aponta perspectivas, oportunidades e riscos |
| (PELAEZ et al., 2015) | Artigo de Periódico | Descreve o marco regulatório e apresenta estatísticas do mercado de defensivos no Brasil |
| (QIU; CHANG, 2010) | Livro | Apresenta uma retrospectiva histórica sobre a origem, desenvolvimento da soja e a utilidade |
| (RICHARDS et al., 2015) | Artigo de Periódico | Apresenta o impacto da produção e exportação de soja no crescimento econômico regional de Mato Grosso |
| (SÁ; ALBANO, 2011) | Artigo de Periódico | Descreve o processo de globalização e a presença das <i>trading's</i> na agricultura brasileira |
| (SAMORA, 2011) | Página da Web | Apresenta dados sobre a origem e das operações globais do grupo <i>El Tejar</i> |
| (SANTOS; CALABREZI; BICALHO, 2017) | Artigo de Periódico | Apresenta dados acerca da estrutura atual da infraestrutura utilizada nas operações do complexo de soja do grupo Caramuru |

| Autor | Tipo de Trabalho | Contribuição para a Tese |
|--|--|--|
| (SANTOS; STEF-FEN, 2016) (SEAE, 2015) | Relatório técnico Relatório técnico | Apresenta dados referente as importações de soja do mercado Europeu e Chinês Descreve o Panorama do mercado de fertilizantes no Brasil |
| (SEDIYAMA et al., 2013) | Artigo de Periódico | Analisou a estrutura da indústria processadora de soja, por meio da utilização de índices de concentração das processadoras de acordo com o valor em vendas e as estratégias de localização |
| (SEPLAN, 2013, 2016) | Relatório técnico | Apresenta dados e estatística sobre o estado de Mato Grosso |
| (SERRA; FERREIRA; CONTRIGIANE, 2008) | Artigo de Congresso | Descreve a gestão e as estratégias de crescimento da BUNGE, para alcançar a liderança mundial em diversos segmentos do agronegócio |
| (SILVA et al., 2016) | Artigo de Periódico | Apresenta os investimentos em obras e infraestrutura realizados pelo grupo Amaggi para explorar a atividade de sojicultura no Arco Norte do País |
| (SILVA; CARDOSO, 2006) | Artigo de Congresso | Apresenta dados acerca da origem, história, estrutura atual e estatísticas sobre as operações do grupo Caramuru |
| (SILVA; VIAN, 2017) | Artigo de Periódico | Descreve a estrutura do mercado de tratores agrícolas no Brasil |
| (SOJAMO; LARSON, 2012) | Artigo de Periódico | Descreve estratégia de gestão da BUNGE, para alcançar a liderança mundial em diversos segmentos do agronegócio |
| (THAKUR; DONNELLY, 2010) | Artigo de Periódico | Apresenta dados para a elaboração da representação esquemática da Rede da Soja no Brasil |
| (WESZ JUNIOR, 2014) | Tese de Doutorado | Apresenta uma retrospectiva da chegada da soja no sudeste de Mato Grosso, por meio da análise do relacionamento entre os intervenientes presentes na rede de relacionamento |
| (WESZ JUNIOR, 2015) | Artigo de Periódico | Descreve os diferentes perfis dos sojicultores no Sudeste de Mato Grosso e analisa a forma de organização, os mecanismos de enraizamento local e as relações de troca construídas com as empresas. |

3 Metodologia

Para a realização desta pesquisa, procurou-se analisar a cadeia de suprimentos da soja brasileira, usando o Estado de Mato Grosso, com o foco em três pilares: a tomada de decisões, o relacionamento dos *players* e a logística.

Aplicou-se uma abordagem de pesquisa considerada exploratória e descritiva quanto aos meios e, quanto aos fins, conceituada como bibliográfica, formando um variado conjunto com diferentes técnicas interpretativas visando a descrever, decodificar e analisar as características da cadeia de suprimentos da soja de Mato Grosso, com base nas informações levantadas ao longo da realização deste estudo (Gil, 2007; Vergara, 2014).

De acordo com Vergara (2014), a pesquisa exploratória é recomendada para ser realizada em áreas em que existe pouco conhecimento acumulado e sistematizado e possui caráter de sondagem do objeto em estudo. Gil (2007) sugere que a pesquisa exploratória busca proporcionar maior familiaridade com o problema para torná-lo mais explícito.

Para Gil (2007), a pesquisa descritiva tem como objetivo descrever as características de determinado fenômeno, estabelecendo as relações entre variáveis. A pesquisa descritiva tem por objetivo estudar as características de um grupo, estabelecendo correlações entre as variáveis, e servir de base para explicar os fatos encontrados (Vergara, 2014).

Neste capítulo será apresentado o método de pesquisa adotada nesta tese. A metodologia foi iniciada com a realização da pesquisa bibliográfica e após a utilização do método matemático de otimização de rotas, da análise de regressão, da análise de redes sociais, da análise de componentes principais, e do processo de hierarquia analítica – AHP. Os dados foram levantados utilizando a pesquisa bibliográfica exploratória e por meio da utilização de survey.

3.1 Participação em Eventos e Visitas Técnicas

Na busca por explorar, compreender e descrever as adversidades que ocorrem na produção, comercialização e logística da cadeia produtiva da soja, no decorrer da realização deste estudo foi necessário participar de eventos como APMS – *Advances in Production Management Systems* (2014/2015) – e ILS – *International Conference on Information Systems, Logistics and Supply Chain* – para discutir e construir um melhor entendimento da cadeia produtiva, objeto desta pesquisa.

Além da participação nos eventos foi necessária a realização de visitas técnicas

em empresas e entidades públicas e privadas, dentre elas: Sementes Arco Íris (Alto Garças (MT)); América Latina Logística – RUMO ALL (Rondonópolis (MT)); Grupo Agro Bom Jesus – ABJ (Rondonópolis (MT)); Companhia Nacional de Abastecimento – CONAB (Rondonópolis (MT)); Transportadora Transvidal (Rondonópolis (MT)); Instituto Mato-Grossense de Economia Agropecuária – IMEA (Cuiabá (MT)) e Instituto Federal de Mato Grosso – IFMT (Cuiabá (MT)).

As visitas realizadas contribuíram para melhor entendimento das adversidades encontradas na produção, comercialização e logística da cadeia produtiva da soja, e auxiliaram no desenvolvimento deste estudo.

Além das visitas técnicas, que permitiram melhor compreender as dificuldades na produção, comercialização e logística enfrentadas no dia a dia pelos produtores, foi realizada uma ampla pesquisa bibliográfica, conforme descrito a seguir.

3.2 Pesquisa Bibliográfica Exploratória

A pesquisa bibliográfica é desenvolvida a partir de material já elaborado, constituído de livros e artigos científicos, e permite ao investigador a cobertura de uma gama de fenômenos muito mais ampla do que aquela que poderia pesquisar diretamente (Gil, 2007). Vergara (2014) acrescenta que a pesquisa bibliográfica fornece material analítico para qualquer outro tipo de pesquisa.

Com o objetivo de explorar o atual estado da arte do tema estudado foi realizada pesquisa bibliográfica, nas principais bases de dados disponíveis no Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção: *Scielo, Science Direct, Taylor & Francis*.

Foram também utilizadas informações e manuais publicados em sites oficiais de associações, entidades, governos e outras entidades ligadas ao setor da agropecuário nacional e internacional, destacando-se: APROSOJA (Associação dos Produtores de Soja), CNA (Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil), CNT (Confederação Nacional de Transportes), CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento), EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária), FAO (Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura), IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), IMEA (Instituto Mato-Grossense de Economia e Agropecuária), MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento), MDIC (Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços), PNLT (Plano Nacional de Logística e Transporte) e USDA (*United States Department of Agriculture*).

Para obter um volume de dados maior, a pesquisa foi estruturada sem limitação de data, na ocasião foram utilizadas as seguintes palavras-chaves: produção de soja (*soybean production*); transporte de soja (*soybean transport*); regiões produtoras de soja (*soybean producing regions*); países importadores de soja (*soybean importers*); exportadores de soja (*soybean exporters*); países consumidores de soja (*soybean*

consuming countries); empresas de comércio de soja (soybean trading companies); cadeia produtiva da soja (soybean production chain); portos utilizados para exportar soja (ports used to export soybean).

Na segunda etapa, e utilizando os termos estabelecidos, a pesquisa foi adstrita temporalmente, sendo consideradas apenas as informações referentes ao período de 2005-2018.

3.3 Método Aplicado

Para atender aos objetivos propostos no estudo, optou-se por utilizar um método aplicado para orientar na definição da estrutura do trabalho as decisões e os procedimentos adotados pelo autor.

No desenvolvimento do presente estudo foram desenvolvidos quatro artigos científicos já publicados, e um quinto artigo concluído, em fase de submissão, conforme tabela 6. As motivações para a realização de cada um dos trabalhos e sua relação com o estudo são descritos na tabela 6.

Tabela 6: Lista de artigos científicos produzidos para composição da tese de doutorado.

| Objetivo específico | Seq. | Artigo | Objetivo do artigo | Periódico/Anais | Situação |
|--|-------------|--|--|------------------------|-----------------|
| Estudar a rede de suprimentos da soja de Mato Grosso e identificar o comércio, o relacionamento entre os parceiros e os principais desafios enfrentados pela cadeia. | 1 | An analysis of the role of trading companies in Brazil's soybean complex using SNA. | Determinar a influência das trading's e países importadores da soja em grãos, por meio da análise da rede de relacionamento, usando a centralidade, a proximidade e o índice de intermediação da medida de análise de rede social (SNA). | ILS | Publicado |
| | 2 | Main variables that are influenced by the anthropic activity resulting from the soybean production in the municipalities of Mato Grosso. | Identificar as principais variáveis econômicas, sociais e ambientais que são influenciadas pela atividade antrópica decorrente da produção de soja nos municípios mato-grossenses. | IJMP | Publicado |
| Estudar o papel da logística no escoamento da rede de suprimentos da soja de Mato Grosso. | 3 | How to improve the logistics issues during crop soybean in Mato Grosso state Brazil? | Analizar as principais rotas de escoamento de soja para o mercado externo e baseado na minimização dos custos de transporte propor rotas alternativas para o escoamento dos grãos produzidos pelas macrorregiões do Estado de Mato Grosso. | ILS | Publicado |
| | 4 | Effects of the logistics in the volume of soybean by export corridor of Mato Grosso. | Verificar a influência das variáveis custo unitário de transporte, tempo de transporte, capacidade dos portos e custo total do transporte nas exportações de soja. | APMS | Publicado |
| Identificar e avaliar os fatores de decisão que influenciam a rede de produção de soja de Mato Grosso. | 5 | Fatores de decisão e qualidade na rede de suprimentos da soja. | Identificar quais são os fatores de decisão que influenciam a qualidade e a produção da rede de suprimentos da soja de Mato Grosso. | Land Use Policy | Submissão |

- Primeiro artigo: a realização desse artigo permitiu trazer informações de modo a atender ao primeiro objetivo desta tese, apresentando informações acerca do comércio e das principais *tradings* e dos parceiros comerciais que operam no Estado. O artigo almejou estabelecer uma compreensão do papel das empresas comerciais na rede mato-grossense de exportação de soja, utilizando as medidas de densidade, k-core, grau central e proximidade para análise de redes sociais (SNA). Utilizando os softwares *UCINET* e *Netdraw* foi construído um diagrama, que identificou os fluxos, os países importadores e o papel das principais empresas comerciais que ligam os produtores estaduais aos seus mercados, além de facilitar uma análise por medidas de rede social. Os resultados mostraram que a rede está muito concentrada nas áreas envolvidas pela Bunge e a Amaggi, as principais empresas comerciais. Ao mesmo tempo, a análise mostra uma maior concentração de China, Tailândia, Holanda, Japão e Coreia do Sul como os principais países importadores da rede; por fim, observou-se que a integração vertical promovida pelas cinco maiores empresas comerciais no mercado de Mato Grosso visa a garantir o controle da rede e dos agentes envolvidos. Esse artigo foi apresentado e faz parte dos anais do 7th *International Conference on Information Systems, Logistics and Supply Chain* (ILS), que ocorreu entre os dias 8 e 11 de julho de 2018 na cidade de Lyon, França.

- Segundo artigo: assim como o primeiro artigo, o segundo buscou elucidar dados de modo a atender ao primeiro objetivo desta tese, colaborando para aprofundar o conhecimento sobre as contribuições e entraves relacionados à produção de soja e aos fatores socioeconômico, demográfico e produtivos. Utilizando o método de análise de fatores principais para integrar os resultados, evidenciar a correlação e a interdependência entre as variáveis adotadas, teve como objetivo identificar quais são as principais variáveis econômicas, sociais e ambientais influenciadas pela atividade antrópica decorrente da produção de soja nos municípios mato-grossenses. Os resultados indicam que a atividade antrópica decorrente da produção de soja nos municípios mato-grossenses influencia positivamente os fatores de produção, socioeconômicos e demográficos nos municípios onde foi registrado o cultivo da oleaginosa. Esse artigo foi publicado no volume 9 número 5 do *Independent Journal of Management & Production*.

- Terceiro artigo: esse estudo elucidou informações de modo a auxiliar no esclarecimento do segundo objetivo da tese, trazendo informações sobre as macrorregiões produtoras de soja e as rotas de escoamento utilizadas para exportar a produção. O artigo levantou e analisou as principais rotas de fluxo de soja para o mercado externo e com base na minimização dos custos de transporte propor rotas alternativas para o grão produzido pelas macrorregiões do Estado de Mato Grosso. Os resultados indicam que são utilizadas 34 rotas para enviar a produção de soja das macrorregiões para os portos, a um custo de US\$ 64,34 milhões. O estudo sugere que com a redu-

ção para 13 diferentes rotas os custos ficariam em US\$ 57,74 milhões. Esse artigo foi apresentado e faz parte dos anais do 6th *International Conference on Information Systems, Logistics and Supply Chain* (ILS), que ocorreu entre os dias 1º e 4 de junho de 2016 na cidade de Bordeaux, França.

- Quarto artigo: buscou elucidar dados de modo a atender ao segundo objetivo desta tese, de forma a verificar quais variáveis, entre o custo unitário de transporte, o tempo de transporte, a capacidade dos portos e o custo total de transporte (considerando a distância), exercem maior influência sobre o volume de soja exportada pelo Mato Grosso nos diversos corredores. Para alcançar tal objetivo utilizou-se um modelo de regressão linear múltipla como método de análise. Os resultados demonstraram que o custo do transporte e a capacidade dos portos influenciam no volume de soja exportada, de modo que a redução dos custos de transporte e o aumento da capacidade dos portos em receber e despachar a soja produzida influenciariam positivamente as exportações de soja de Mato Grosso. Esse artigo foi aprovado e apresentado no *Advances in Production Management Systems* (APMS), 2016, que ocorreu entre os dias 3 e 7 de setembro de 2016 na cidade de Foz do Iguaçu (PR), Brasil.

- Quinto artigo: está concluído e encontra-se em preparação para submissão, buscou suscitar e aferir quais são os fatores de decisão da rede de suprimentos da soja de Mato Grosso, de forma a permitir uma melhor compreensão do impacto dos fatores de produção, comercialização e logísticos no processo de tomada de decisão. Para a realização foi utilizado o método de análise hierárquica (AHP). O artigo será submetido ao *Journal Land Use Policy*.

3.4 Métodos e Modelos Estatísticos Utilizados

Os dados foram analisados de forma a possibilitar atender aos objetivos específicos propostos na tese; alguns métodos e modelos estatísticos foram utilizados de acordo com o propósito da análise nos artigos.

3.4.1 Método utilizado no artigo 1

Para atender ao primeiro objetivo específico da tese, que busca estudar a rede de suprimentos da soja de Mato Grosso identificando o comércio, o relacionamento entre os parceiros e os principais desafios enfrentados pela cadeia, foram produzidos dois artigos com metodologias diferentes.

O primeiro artigo buscou determinar a influência na rede de relacionamento das *tradings* e países importadores de soja em grãos, usando a centralidade, a proximidade e o índice de intermediação da medida de análise de rede social.

O grau de centralidade refere-se ao número de laços diretos de um ator ou nó e informa com quantos outros nós está conectado. Essa informação reflete a centralidade do ator em relação aos demais e está ligada à sua importância na rede (Reis et al., 2015).

Para calcular a centralidade (Freeman, 1978; Borgatti & Everett, 2006; Wandlerley et al., 2014; Ferreira, 2013) utilizou-se a equação 1:

$$C_G(i) = \frac{\sum_{j=1}^n a_{ij}}{n - 1} \quad (1)$$

Em que:

$C_G(i)$ = centralidade de um vértice (i);

n = número de nós dentro da rede;

i = ponto de nó (i) dentro da rede;

j = ponto de nó (j) dentro da rede;

a_{ij} = indica a ligação entre o nó i e o nó j .

A proximidade representa a capacidade que um ator possui de alcançar os demais. Tal medida representa quanto um ator alcança os nós da rede, o que mede a sua independência de atuação na rede em relação à atuação de outros atores (Alejandro & Norman, 2005).

Para o cálculo da proximidade (Freeman, 1978; Borgatti & Everett, 2006; Wandlerley et al., 2014; Ferreira, 2013) foi utilizada a equação 2:

$$C_C(i) = \frac{n - 1}{\sum_{j=1}^n e_{ij}} \quad (2)$$

Em que:

$C_C(i)$ = proximidade de um vértice (i);

n = número de nós dentro da rede;

(i) = ponto de nó (i) dentro da rede;

j = ponto de nó (j) dentro da rede;

e_{ij} = número de arestas existentes no caminho mais curto do nó i para o nó j .

O grau de intermediação indica a frequência com que aparece um nó no trecho mais curto (ou geodésico) conectando outros dois. A centralidade de intermediação indica o potencial daqueles que servem de intermediários (Freeman, 1978).

Para o cálculo da intermediação (Freeman, 1978; Borgatti & Everett, 2006; Wandlerley et al., 2014; Ferreira, 2013) foi utilizada a equação 3:

$$C_I(i) = \frac{\sum_{j,k \wedge i \neq j \neq k} \frac{g_{jik}}{g_{jk}}}{\frac{(n-1)(n-2)}{2}} \quad (3)$$

Em que:

$C_I(i)$ = centralidade de intermediação de um nó (i);

n = número de nós dentro da rede;

(i) = ponto de nó (i) dentro da rede;

j = ponto de nó (j) dentro da rede;

k = ponto de nó (k) dentro da rede;

g_{jik} = número de caminhos mais curtos do nó (j) para o nó (k) que passam pelo nó i ;

g_{jk} = número de caminhos mais curtos do nó (j) para o nó (k).

3.4.2 Método utilizado no artigo 2

O segundo artigo buscou identificar as principais variáveis econômicas, sociais e ambientais influenciadas pela atividade antrópica decorrente da produção de soja nos municípios mato-grossenses. Esse artigo auxiliará no melhor entendimento da rede de suprimentos da soja de Mato Grosso, identificando o comércio, o relacionamento entre os parceiros e os principais desafios enfrentados pela cadeia (primeiro objetivo desta tese).

Nesse artigo foi utilizada a análise de componentes principais, com a expectativa de reduzir o número de variáveis pela extração de fatores independentes para que ocorra uma melhor explicação da relação entre as variáveis originais (Hair, 2006; Stevens, 2009), conforme a equação 4:

$$X_i = A_{i1}F_1 + A_{i2}F_2 + \dots + A_{ik}F_k + \varepsilon_i \quad (4)$$

Em que:

A_{ik} = coeficiente de regressão múltipla para a variável i , fator k ;

F_k = fator comum não correlacionado ($\mu = 0$ e $\sigma^2 = 1$);

ε_i = erro que capta a variação específica de não explicada pela combinação linear das cargas fatoriais com os fatores comuns.

O segundo objetivo específico da tese busca estudar o papel da logística no escoamento da rede de suprimentos da soja de Mato Grosso e para tal fim foram desenvolvidos dois novos artigos.

3.4.3 Método utilizado no artigo 3

O terceiro artigo foi desenvolvido para estudar o papel da logística no escoamento da rede de suprimentos da soja de Mato Grosso (segundo objetivo da tese) e teve como propósito analisar as principais rotas de escoamento de soja para o mercado externo e, baseado na minimização dos custos de transporte, propor rotas alternativas para o escoamento dos grãos produzidos pelas macrorregiões do Estado de Mato Grosso; para tal finalidade, utilizou o modelo de programação linear de custo mínimo ([Arenales et al., 2015](#); [Amaral et al., 2012](#)), conforme descrito na equação 5:

$$\text{Minimizar} = \sum_{i=1}^6 \sum_{j=1}^8 V_{ij} \times C_{ij} \times D_{ij} \quad (5)$$

Em que:

(*i*) = origem (1, 2, ... 6);

(*j*) = destino (1, 2, ... 8);

(*V*) = volume de exportação a ser transportado (t);

(*C*) = custo em R\$ por tonelada e quilometro rodado (R\$/t/km);

(*D*) = distância entre origem e destino (km).

3.4.4 Método utilizado no artigo 4

Em decorrência da necessidade de trazer novas elucidações ao segundo objetivo específico da tese foi construído o quarto artigo, para verificar a influência das variáveis custo unitário de transporte, tempo de transporte, capacidade dos portos e custo total do transporte nas exportações de soja; para atingir tal objetivo, lançou mão do método de regressão linear múltipla.

A análise de regressão linear múltipla possibilita estabelecer relações que permitem predizer uma ou mais variáveis em termo de outras ([Hair, 2006](#); [Stevens, 2009](#)), conforme a equação 6.

$$X_{ijt} = \alpha + \beta_1 TT_{ij} + \beta_2 CUT_{ij} + \beta_3 CAP_j + \beta_4 CTT_{ijt} \quad (6)$$

Em que:

X_{ijt} = variável dependente, representa o volume de soja exportado por Mato Grosso (*t*) no ano (*i*) por um porto (*j*);

(*i*) = origem da soja – Mato Grosso;

(*j*) = porto utilizado para exportação;

α = variável dependente;

β = coeficiente de regressão parcial;

TT_{ij} = tempo de viagem entre Mato Grosso (*i*) e o porto para exportação (*j*);

CUT_{ij} = custo unitário de transporte em R\$/t, considerando a origem Sinop (Mato Grosso) (i) e o porto utilizado (j);

CAP_j = Capacidade do porto (j) de receber soja em grãos;

CTT_{ijt} = Custo total para movimentar a soja de Mato Grosso (i) para os portos no ano (jt).

3.4.5 Método utilizado no artigo 5

O terceiro objetivo específico desta tese pretende identificar e avaliar os fatores de decisão que influenciam a rede de produção de soja de Mato Grosso. Para alcançar resposta para essa proposta está em fase de elaboração um artigo que permitirá identificar quais são os fatores de decisão que influenciam a qualidade e a produção da rede de suprimentos da soja de Mato Grosso.

Para atingir o objetivo proposto será utilizado o método de *Tomas L. Saaty*, desenvolvido no início da década de 1970. O método é de análise multicritério, priorizando a hierarquização das variáveis por meio de comparações paritárias, amplamente utilizado e conhecido para apoio à tomada de decisão ([Bilich & Silva, 2006](#)).

O *Analytic Hierarchy Process* (AHP) baseia-se no método newtoniano e cartesiano de pensar, para tratar a complexidade com a decomposição e divisão do problema em fatores que podem ainda ser decompostos em novos fatores até o nível mais baixo, claros e dimensionáveis, e estabelecendo relações para depois sintetizá-los. Segundo [Costa et al. \(2008\)](#), esse método se baseia em três etapas de pensamento analítico, conforme segue:

- (a) construção de hierarquias: no método AHP o problema é estruturado em níveis hierárquicos, facilitando sua melhor compreensão e avaliação. Para a aplicação dessa metodologia é necessário que tanto os critérios quanto as alternativas possam ser estruturados de forma hierárquica, e o primeiro nível da hierarquia corresponde ao propósito geral do problema e o segundo, aos critérios e o terceiro, às alternativas ([SAATY, 2008; Barros et al., 2009](#));
- (b) definição de prioridades: fundamenta-se na habilidade do ser humano de perceber o relacionamento entre objetos e situações observados, comparando pares, à luz de um determinado foco, critério ou julgamentos paritários ([SAATY, 2008; Barros et al., 2009](#));
- (c) consistência lógica: o ser humano tem a habilidade de estabelecer relações entre objetos ou ideias de forma que sejam coerentes, e que se relacionem bem entre si e suas relações apresentem consistência ([SAATY, 2008; Barros et al., 2009](#)).

3.4.6 Softwares utilizados para análise de dados

Para o tratamento estatístico dos dados, foi utilizado o *software Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS ®), versão 23, por sua interface intuitiva, facilitando a sua utilização. O SPSS ® disponibiliza análises estatísticas para análises de regressão e correlação, análise de componentes principais, além de outras opções (Hair, 2006).

Para a análise de redes sociais foram utilizados dois softwares: *UCINET*® e *NETDRAW*®. O primeiro é utilizado para entrada, tratamento e mapeamento de dados, enquanto o módulo integrado *NETDRAW*® é usado para gerar e exibir o mapa das interações entre os elementos existentes na rede de relacionamento (Borgatti et al., 2002; Borgatti & Li, 2009).

Para realizar a análise multicritério por meio de comparações paritárias do AHP, foi utilizado o *software Expert Choice*®, na versão 11. A escolha do software deu-se em função da interface amigável, intuitiva, e à sua facilidade de aplicabilidade na estrutura da AHP (Ishizaka & Labib, 2009).

O *Microsoft Excel*® também foi utilizado para análises menos complexas, como análises descritivas de dados e geração de gráficos e para a organização e a apresentação de dados.

Dados também foram coletados para identificar os fatores de decisão que influenciam no processo decisório. A coleta dos dados utilizando o *survey* foi conduzida em duas etapas:

Na primeira etapa, foi elaborado um questionário eletrônico, utilizando a ferramenta *Google Formulários*, e o *link* foi enviado por *e-mail* para uma lista de 70 *experts* (especialistas com experiência na atividade sojicultura, ligados ao setor financeiro, fornecimentos de insumos, pesquisa, comercialização e assistência técnica de campo, e ainda com produtores já consolidados na atividade), no entanto apenas 6 questionários foram respondidos, o que reforçou a necessidade da realização da segunda etapa da coleta de dados.

Na segunda etapa, foi realizada uma pesquisa de campo, percorrendo *in loco* 8 municípios produtores de soja. As visitas ocorreram nas propriedades rurais e em escritórios de especialistas, no total foram percorridos 4.360 km, dos quais 640 km de rodovias sem pavimentação asfáltica. Foram contatados pessoalmente 81 *experts*, dos quais 34 aceitaram responder o questionário.

No total, foram 40 questionários respondidos, dos quais 21 de produtores rurais e 19 de especialistas, que permitiram realizar a análise dos dados, conforme pretendido. O questionário utilizado, encontra-se no Apêndice A

4 Resultados e Discussão

4.1 Resultados (1º. Artigo)

Artigo publicado nos anais do *7th International Conference on Information Systems, Logistics and Supply Chain (ILS International Conference)* 2018, na cidade de Lyon na França, entre os dias 8 e 11 de julho de 2018.

An Analysis of the Role of Trading Companies in Brazil's Soybean Complex using SNA

Rodrigo Carlo Toloi^{1,2}, João Gilberto Mendes dos Reis², Marley Nunes Vituri Toloi^{1,2}, Silvia Helena Bonilla², Sivanilza Teixeira Machado^{1,3}

¹RESUP – Supply Chain Research Group, Post-Graduate Program in Production Engineering, Paulista University,
1212 Dr. Bacelar St., São Paulo, SP

²Federal Institute of Mato Grosso Campus Rondonópolis, Rondonópolis, Brazil

³Federal Institute of São Paulo, Campus Suzano, Suzano, Brazil

{toloirodrigo@gmail.com, betomendesreis@msn.com, marley.toloi@gmail.com, shbonilla@hotmail.com,
sivateixeira@yahoo.com.br}

Abstract. The soybean complex is one of the largest agribusiness sectors in Brazil. Growers are distributed in different regions of the country and far from cargo ports. The state of Mato Grosso accounts for the largest number of soybeans grown in Brazil and is responsible for around 30% of Brazil's production. The commercialization and distribution of soybean crops are controlled by trading companies who make decisions on exports and the destination of soybean exports. The objective of this work is to determine the influence of trading companies in the Mato Grosso soybean network. To this end, we conducted a network analysis using social networking analysis tools. The results show that two trading companies centralize the commercialization between the Mato Grosso growers and the buyers, and five countries are the major destination of Mato Grosso soybean exports.

Keywords: Soybeans, social network analysis, soybean exports, agriculture business

1. Introduction

The world soybean market is dominated by trading companies that coordinate the acquisition, processing, and commercialization of this commodity among the main countries that grow this crop [1]. In Brazil, the performance of these trading companies is of great importance to the economy, because the trading companies connect production to consumers and industries.

In 2015, soybeans accounted for 14.6% of Brazil's total exports. Soybean exports in 2015 were equivalent to US\$ 27.96 billion and consisted of 75.1% grain, 20.8% meal and 4.1% oil [2, 3]. The production of soybeans is widespread in the country; however, Mato Grosso a state in the Center-Western region, is the main producer, providing 29.1% of the crop in the 2015/16 growing year [3, 4].

Recognizing the importance of the trading companies and of Brazilian soybean production, there are some important questions to be answered about this business: How do the trading companies connect Brazil's production to international buyers? Who are the main importing countries? Is the trade operationalized by the same trading companies to the same countries? Are there certain enterprises that act as the main players? With these ideas in mind, this article intends to establish an understanding of the role of trading companies in the Brazilian soybean export network. Because of the complexity inherent in a study of the entire network, in which production occurs in six states, this study opts to address only the main production state, Mato Grosso, using social network analysis (SNA) measures. As the largest producer, Mato Grosso offers all the data necessary to conduct a thorough analysis.

The SNA method was chosen because it allows mapping and measuring of formal and informal relationships to understand what facilitates or impedes the physical and knowledge flows among interacting units [5].

This paper is organized as follows: after the introduction, the second section presents a brief review of the literature on the soybean market in Mato Grosso. In Section Three, the methodology used for the study is presented. The fourth section contains details and discussion of the results obtained, and the fifth and final section presents the conclusions of this study.

2. Trading Companies Operating in Mato Grosso

In the soybean trade, there are a group of companies that act globally, such as Noble Group Limited, Mitsubishi Corporation, Sojitz Corporation, Marubeni Corporation, Glencore Xstrata Plc., CHS Inc., Chinatex Grains, and Imp. & Exp. Co. Ltd., Toyota Tsusho Corporation, Mitsui & Co. Ltd., Adecoagro S/A, El Tejar, and the well-known ABCD group—Archer Daniels Midland Company (ADM), Bunge Limited, Cargill Incorporated and Louis Dreyfus Group [1]. Together, ADM, BUNGE, CARGILL, and DREYFUS control more than 70% of the world grain market. In addition there are five main Brazilian companies that operate in the global market: Amaggi, Caramuru, Bianchini, Granol, and Fiagril [1, 3]. Five large companies are present in Mato Grosso: ADM, Bunge, Cargill, and Dreyfus and Amaggi, a national capital company, responsible for 22.6% of the market [3].

2.1. Archer-Daniels-Midland Company - ADM

Archer Daniels Midland Company (ADM) is one of the world's leading food processors; it is active in the acquisition, transportation, storage, processing, and marketing of agricultural products and currently has revenues of US\$ 89 billion and 31,000 employees [6, 7].

In Brazil, ADM began its activity in 1997 under the chairmanship of Dwayne Andreas, and its expansion policy included acquiring the Brazilian grain operations of Glencore and Sadia. From Glencore, ADM incorporated its São Paulo headquarters, about 33 grain elevators and a fertilizer processing plant. From the Sadia acquisition, Glencore contracted four soybean crushing plants with the capacity to crush 1.8 million tons of soybeans per year [1, 8, 9].

In 2003, ADM decided to invest in the Central-West region, expanding operations in the states of Mato Grosso do Sul and Mato Grosso. In Mato Grosso do Sul, it installed a grain warehouse in the city of Caarapó [10] (Figure 1).

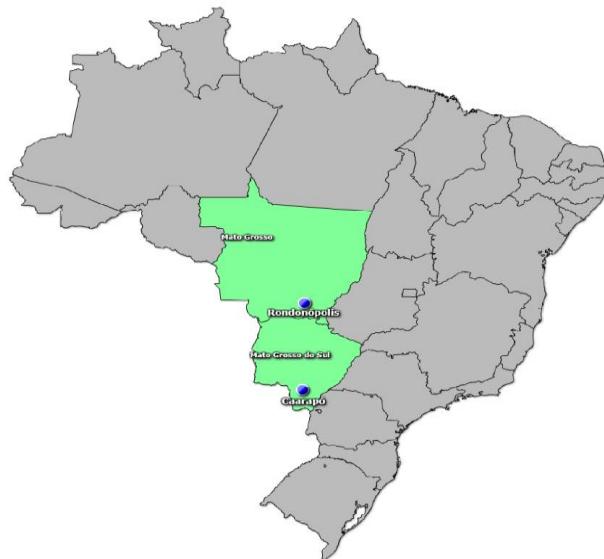


Figure 1: ADM Operational Units.

ADM expanded the soybean processing capacity in Mato Grosso, in its Rondonópolis business unit, from 1 to 2 million tons per year. It also increased grain storage capacity, by installing four new grain warehouses in the same city. With investments in grain storage capacity in the Mid-Central region, the ADM increased the static storage capacity of grain by 285,000 tons to 2.2 million tons [9, 10].

In 2004, the company acquired 140 train cars rented from Ferronorte (a railroad company), for the sole purpose of transporting ADM's products [10]. Currently, it is the fifth largest trading company operating in the state of Mato Grosso, responsible for exporting US\$ 1.60 billion dollars (2015), which represents 17.0% of the soybean exports in the state [3].

2.2. Bunge

Bunge is the world's largest oilseed processor, with an emphasis on activities in the Americas, Europe and Asia [7, 11].

In Brazil, the company is one of the leading agribusiness and food companies, operating in 16 Brazilian states. It produces fertilizers and ingredients for animal nutrition, processes and markets soybeans, wheat, corn, and other grains, and prepares raw material for the food industry and food products for final consumers [12].

Since the 1990s, Bunge's strategic investments in Brazil have been very aggressive, aiming to serve the expansion of the international market, arising from an increase in income and consumption due to economic growth, especially in China [13].

According to Serra et al. [13], to achieve its strategy, the company has been fully exploring the value chain linked to grains and fertilizers to consolidate in the soybean market.

In the state of Mato Grosso, the company has two plants for processing soybeans, one located in Rondonópolis, and another in Nova Mutum (Figure 2). The unit in Nova Mutum can process 4000 tons of grain per day and 1.3 million tons per year, while the unit in Rondonópolis can process 5500 tons of grain per day and 1.7 million tons per year [12]. Currently the largest trading company operating in the state of Mato Grosso, Bunge is responsible for exporting US\$ 3.91 billion (2015), which represents 41.5% of the soybean exports in the state.



Figure 2: Bunge Operational Units

2.3. Cargill

Cargill is the largest grain trading company, with 2013 revenues of more than US \$136 billion and 142,000 employees [7].

Cargill started operations in Brazil in 1947, installing an office in São Paulo (SP), and was strongly encouraged to explore the potential offered by the country to meet the growing world demand for food [14, 15].

Currently, the company has its headquarters in São Paulo (SP) and is present in more than 137 Brazilian municipalities spread over 15 states, with 21 factories, five port terminals, one Innovation Center and hundreds of warehouses and capacity for hundreds of transshipments [16].

In the state of Mato Grosso, its participation increase was very significant: in 2001 3,121,408 ha were planted with soybeans, and by 2006, it reached 21.7 million hectares, an increase of 595.20% in planted area [17, 18].

In 2003, Cargill inaugurated a port terminal in Santarém (PA) as an alternative to the commercialization of grain production in Mato Grosso and Pará, thus becoming the soybean frontier for the Amazon region [17] (Figure 3).

Exports of Cargill Mato Grosso reached US\$ 1.67 billion in 2015, equivalent to 17.7% of the soybean exports [3]. This was the result of its relationship with ten different countries.

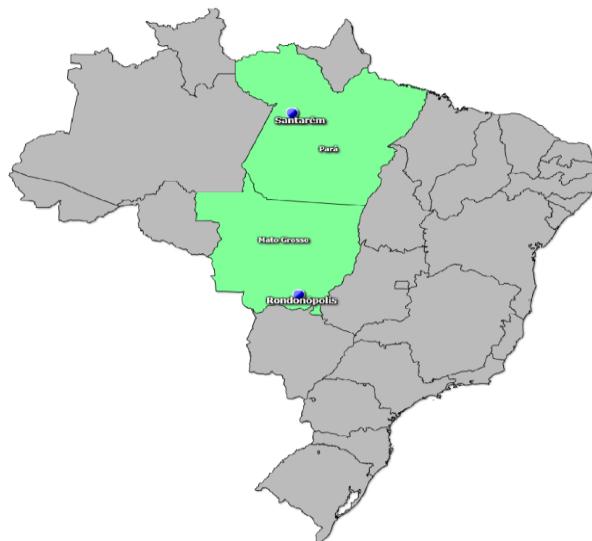


Figure 3: Cargill Operational Units

2.4. Louis Dreyfus Commodities–LDC

The Louis Dreyfus Company consolidated its presence in Brazil in 1942, when the group acquired the company, Comércio e Industrias Brasileiras - Coinbra SA, which was already consolidated in the commercialization of soybeans, coffee, cotton, wheat, citrus, alcohol, and sugar in the national market [1, 19].

LDC's activities in the Central-West region of the country began in 1990 in the city of Jataí (GO), with the inauguration of a grain processing unit, and in 1996, it bought Anderson Clayton, a company from Texas (USA) that operated in Brazil, processing food products of plant origin, and maintained units in Bataguassu/MS, Alto Araguaia/MT, and Jataí/GO (Figure 4).



Figure 4: LDC Operational Units

In 2004, the company built a soybean-processing unit in Alto Araguaia (MT) [1, 20].

In 2009, Louis Dreyfus, together with the Amaggi group, formed a joint venture, forming Amaggi & LD Commodities to operate grain processing and port terminals [20]. The exports of soybeans from Louis Dreyfus Commodities in Mato Grosso reached US\$ 118 million in 2015, representing 1.2% of the state's soybean exports [3].

2.5. Amaggi

The activities of the Maggi Group (Amaggi) date back to 1977, in the extreme western region of the state of Paraná, when the company's operations have concentrated on the production of seeds and the commercialization of local crops [21, 22]. Given a vision of the future, its founders decided to expand the company's activities, acquiring land in Mato Grosso in the 1980s. This expansion to the Brazilian Central-West region allowed for an increase in soybean planting [21, 22]. Because of its expansion, in 2002 the group acquired 82000 hectares in the northeast area of Mato Grosso. This area, formerly occupied by pasture, was replaced by soybean cultivation and the installation of a bulk warehouse [23]. It is estimated that the group owns about 350000 hectares and leases another 150000 hectares. In addition to land acquisitions in Rondônia, Roraima, and Amapá, the group began to plant five thousand hectares of soybeans in Argentina in 2013, and started to operate in purchases of soybeans in Paraguay in 2014 [23, 24].

Amaggi has two soybeans crushing and oil refining plants, located in Cuiabá/MT and Itacoatiara/AM, that together process 3,500 tons per day. With the strategy of increasing its crushing capacity, the company began to crush soy in the municipality of Lucas do Rio Verde/MT in 2008 [24] (Figure 5).

As a global trading company, the Amaggi group is an example of vertical integration; it handles the product both upstream (milling and marketing) and downstream in the soybean supply chain [25]. Vertical integration brings an increase in profit margin, a reduction in production and transaction costs, a minimization of risks and a generation of complementarities and synergies among the different sectors [22, 26].

In this regard, data from the AliceWeb portal of the Ministry of Industrial Development and Foreign Trade indicate that exports in 2015 from the Amaggi Group's Mato Grosso units generated US\$ 2.13 billion [3]. This volume guaranteed the group the second most significant share of the soybean market in the state of Mato Grosso (22.6%), second only to Bunge.

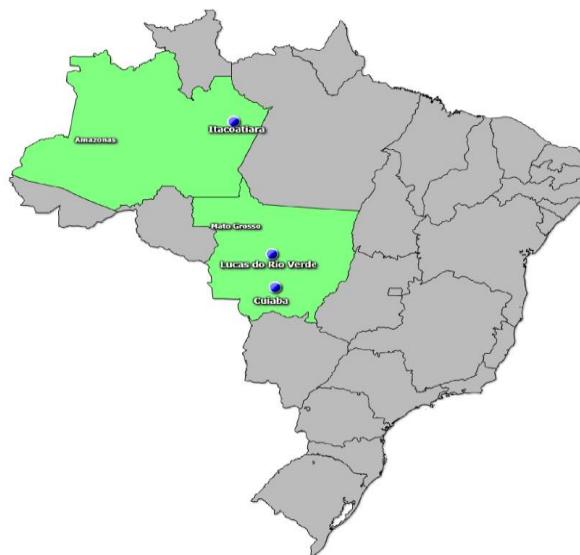


Figure 5: Amaggi Operational Units

3. Methodology

The methodology of this work consists of an analysis of the Mato Grosso (Brazil) soybean supply chain and the role of trading companies in this network. To this end, the SNA method is adopted, using Ucinet

Software 6.0[©] and Netdraw Software 2.155[©]. The advantage of this technique consists in the ability of analysis of relationships between actors using metrics of exchange such as volume and monetary value. The exchange of resources among companies occurs in the form of networks that share sales activity, marketing, product design and administrative tools [27] it is productive to study the networks with SNA tools.

A social network is defined as a group of individuals that relate to each other in a group or individually, with a specific purpose, characterizing the existence of a flow of information [28, 29]. The SNA shows structural characteristics, such as degree centrality, betweenness, closeness, and network proximity [30]. Degree centrality refers to the number of direct ties of an actor or node and indicates how many other nodes are connected. This information reflects the centrality of the actor in the network among the other actors and may be related to its importance in the network [31]. Betweenness indicates how often a node appears in the short stretch (or geodesic) that connects two nodes. It indicates the potential of those who serve as intermediaries [28]. Finally, closeness is the ability of an actor to reach others. Thus, this measures how an actor reaches the network nodes, and measures the independence of the actor's action in the network among the performance of other actors [29].

To complete this study the following analysis measures are chosen: density, k-core, degree of centrality, and Closeness. Density allows us to identify the number of relationships among network actors. K-core is used to identify network groups and the number of relationships among countries and trading companies. The centrality degree is adopted to identify which actors are more relevant to the network trade. Finally, closeness is proposed to confirm which actors have a decisive impact on trade and which do not.

3.1. State chosen

The Mato Grosso state was selected because the region has the largest soybean production in Brazil [4, 32–34]. Several companies involved in the soybean market are present in the state including those involved in crushing operations, trading, exporting, reselling, technical assistance, biodiesel plants, transporters, and outsourced service providers [35]. Moreover, because of the state's importance and research organizations, such as Mato Grosso Institute of Agricultural Economics (IMEA), more data is available.

3.2. Data obtained

The data was collected through the AliceWeb Portal of the Secretary of Foreign Trade (SECEX) linked to the Ministry of Development Industry and Foreign Trade (MDIC) [3] of Brazil. These data refer to exports of soybeans in grains made in the year 2015, with a focus on the trading companies involved.

3.3. Analyzing data

The data were organized in spreadsheets in the Microsoft Excel[©] program to allow the identification of the main exporting trading companies, the municipalities in which they are located, the importing countries and volume exported in 2015. Thus, through this process, it is possible to identify the existing relationships among the actors in the network.

To describe and analyze the interactions among the main trading companies and the soybean import markets of the state of Mato Grosso, the following SNA measures were analyzed: degree centrality, and density. In addition, the graphical structure of the individual trading companies and interaction between them and the importing countries was drawn [30, 36].

3.4. Limitation

The limitation of the study is regarding the use only one Brazil state and focus in one year only. Moreover, despite SNA method provide us with the information how the companies are connected, it just reflects real links that need occur between companies to be identified in the model. If in a specific year the number of relationships is zero, that relationship did not appear in the analysis. However, it is important to highlight that this study is an exploratory one, hence, this kind of bias did not affect the results that objective obtains

an overview about soybean production in Mato Grosso state, the main players operating in the state e countries consumers.

4. Results and Discussion

The state of Mato Grosso is one of the leading producers grain in Brazil and has an important role to play in Brazilian commodities exports. The trade balance of the state recorded a surplus of US\$ 13.02 billion between January and December of 2014 [32]. The major products of the agribusiness of Mato Grosso state are soybeans, cattle, cotton, corn, poultry, sugar cane, pork, and milk [33]. Soybeans represent 50% of the state GDP (Table 1).

Table 1. Gross Value of Agricultural Production (billion US\$).

| Culture | Nominal | | Participation | |
|------------|---------|------|---------------|------|
| | 2014 | 2015 | 2014 | 2015 |
| Soybeans | 6.21 | 5.41 | 50% | 48% |
| Cattle | 2.43 | 2.27 | 20% | 20% |
| Cotton | 1.24 | 0.98 | 10% | 9% |
| Corn | 1.15 | 1.10 | 9% | 10% |
| Poultry | 0.43 | 0.44 | 3% | 4% |
| Sugar Cane | 0.35 | 0.39 | 3% | 3% |
| Pork | 0.24 | 0.25 | 2% | 2% |
| Milk | 0.15 | 0.18 | 1% | 2% |

Source: Adapted from [33].

To understanding the main agriculture supply chain of Mato Grosso, the network of relationships among the traders that facilitate the sales and the countries that purchase the soybeans produced in the State of Mato Grosso is generated, as shown in Figure 6.

The network diagram illustrates that are 22 nodes in the network and 52 links. This indicates a low **density** in the relationships, which means that only 11.25% of possible relationships are in effect [37, 38]. Networks with low density hamper communication and coordination and have low cohesion among the actors [37, 39]. Figure 6 shows the nodes that make up the network between exporting trading companies (designated by a square symbol) and importing countries (designated by a circle symbol). In addition, a short and heavy line indicates a strong link between a country and a trading company: it represents a greater demand for soybean volume [36]. For example, in the 2015/2016 crop the key players were China imported 36.4% of the state's soybean, followed by Spain (11.9%) and Iran (8.4%) [3].

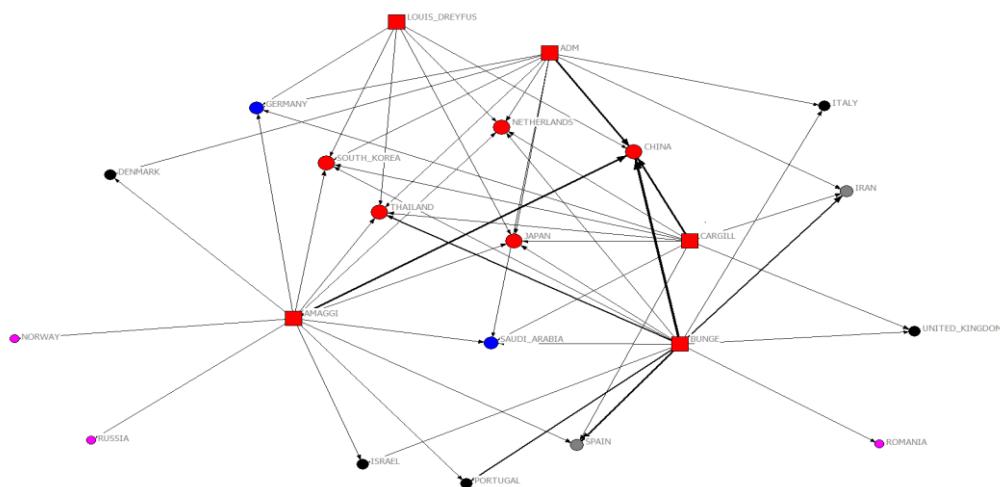


Figure 6: Mato Grosso soybean trading network.

Considering the volume of transactions between exporters and importers and using the k-cores , a **k-core** is a set of nodes that are more closely connected to one another than they are to nodes in other k-cores; this

defines a “group” or “sub-structure” in the network [40]. Considering the volumes of trade, the following are observed:

- Red circles represent the countries that imported soybean from all five trading companies and that were responsible for bringing foreign currency from the sale of soybeans in the amount of US \$ 5.78 billion (61.2% of all movement) [3, 41];
- Blue circles represent the countries that imported soy from four of the trading companies and were responsible for generating foreign exchange equivalent to US\$ 542 million (5.7%) [42];
- Gray circles indicate that imports occurred from three trading companies that brought foreign exchange of US \$ 1.9 billion (20.4%);
- Black circles represent countries imported from two trading companies and generated a foreign exchange of US \$ 999 million (10.6%); and
- Pink circles indicate the countries that imported soybeans from one trading company and generated foreign exchange from selling soybeans worth US\$ 204 million (2.2%).

Note that the sizes of the circles of some countries are different from others. China, Thailand, Netherlands, Japan, and South Korea have the largest circles, and the other circles are smaller. This represents that China, Thailand, Netherlands, Japan, and South Korea are responsible for importing larger volumes of soybeans than the other countries, thus generating a more significant amount of foreign currency brought into the state of Mato Grosso [33, 43].

After the graphical analysis of the network produced by Netdraw is established, we evaluate the network measures. The first measure analyzed is **Degree of Centrality**. The network shows a high degree of centralization of exports (0.5306) because the exports are concentrated in only five companies [3, 35]. For these companies, it may be an opportunity to gain a privileged position and extract better business and have a greater influence on the network [40]. On the other hand, the degree of imports is very dispersed (0.1315), demonstrating there are many import countries.

It is also evident that two players are central in the network: Bunge and Amaggi [3, 35, 44]. These two companies combined have 61.9% of the degree centralization. In relation to imports, China, Thailand, Netherlands, Japan, and South Korea have a standardized entry level of 23.8%, confirming the graphic network results (Table 2).

Table 2. Degree of Centrality

| Actor | Outdeg | Indeg | nOutde | nIndeg |
|----------------|--------|-------|--------|--------|
| ADM | 10.000 | 0.000 | 0.476 | 0.000 |
| AMAGGI | 13.000 | 0.000 | 0.619 | 0.000 |
| CARGILL | 10.000 | 0.000 | 0.476 | 0.000 |
| BUNGE | 13.000 | 0.000 | 0.619 | 0.000 |
| LOUIS DREYFUS | 6.000 | 0.000 | 0.286 | 0.000 |
| GERMANY | 0.000 | 4.000 | 0.000 | 0.190 |
| SAUDI ARABIA | 0.000 | 4.000 | 0.000 | 0.190 |
| CHINA | 0.000 | 5.000 | 0.000 | 0.238 |
| SOUTH KOREA | 0.000 | 5.000 | 0.000 | 0.238 |
| DENMARK | 0.000 | 2.000 | 0.000 | 0.095 |
| SPAIN | 0.000 | 3.000 | 0.000 | 0.143 |
| NETHERLANDS | 0.000 | 5.000 | 0.000 | 0.238 |
| IRAN | 0.000 | 3.000 | 0.000 | 0.143 |
| ISRAEL | 0.000 | 2.000 | 0.000 | 0.095 |
| ITALY | 0.000 | 2.000 | 0.000 | 0.095 |
| JAPAN | 0.000 | 5.000 | 0.000 | 0.238 |
| NORWAY | 0.000 | 1.000 | 0.000 | 0.048 |
| PORTUGAL | 0.000 | 2.000 | 0.000 | 0.095 |
| UNITED KINGDOM | 0.000 | 2.000 | 0.000 | 0.095 |
| ROMANIA | 0.000 | 1.000 | 0.000 | 0.048 |
| RUSSIA | 0.000 | 1.000 | 0.000 | 0.048 |
| THAILAND | 0.000 | 5.000 | 0.000 | 0.238 |

Source: Results of research

The **closeness** analysis shows that the actors that have the highest capacity to connect to the others are Amaggi and Bunge, with an index of 0.724, suggesting that these two companies maintain a closer relation to a higher number of countries that import soybeans. It is not possible to generalize the results to all Brazil,

but this analysis clearly indicates that exports of soybean of Mato Grosso flow through these two trading companies. Analyzing the closeness of import countries, the results show that China, Thailand, Netherlands, Japan, and South Korea present a ratio of 0.568, indicating the capacity of a closer relationship to a more significant number of trading companies, demonstrating that these countries developed a greater capacity by importing soybeans from a more significant number of exporting companies.

5. Findings and Conclusions

The expected growth of the world soybean consumption and the consolidation of Brazil as the world's largest exporter makes soy an important commodity for the revenue of the country [3, 41].

Though there are many companies operating globally in SCM of soybean [1, 35, 44], in the Mato Grosso soybean market, a small group of global companies and a national company exploit the market. Therefore, it is necessary to have a clear picture of all the stakeholders of the supply chain management of soybean.

With the accomplishment of this study, it has been possible to analyze the soybean export flows of Brazil's largest state producer, Mato Grosso. A diagram produced by a SNA with the assistance of UCINET and Netdraw software identified the flows, importer countries, and the role of the five main trading companies that link state growers to their markets, as well facilitated an analysis by social network measures (density, k-core, degree centrality, and closeness).

The results showed that the network is very concentrated in areas where Bunge and Amaggi, the major trading companies, are involved. At the same time, the analysis shows a greater concentration where China, Thailand, Netherlands, Japan, and South Korea are involved, as the major importing countries in the network.

It was observed that the vertical integration promoted by the five largest trading companies in Mato Grosso's market aims at guaranteeing the control of the network and the agents involved.

Although the study was limited to identifying the relationship between trading companies and soybean importers, under the analysis of the density metric, degree centrality, and closeness measures of the SNA, the network constructed in the study proves to be reliable, since the results are close to reality. For future research, it is suggested to expand the actors involved in the Matogrossense soybean chain to consolidate the construction and analysis of a complete network.

Acknowledgments

To the Coordination of Improvement of Higher Education (CAPES) program from the Ministry of Education, the providers of the research grant; and to IFMT for the research support, and the granting of the capacitation license.

6. References

1. Oliveira, A.U. de: A Mundialização da Agricultura Brasileira. In: *Estudios Territoriales*. p. 2080–2103. , São Paulo (2014)
2. Lopes, H. dos S., Ferreira, R.C., Lima, R. da S.: Logística da Soja Brasileira para Exportação: Modelo de Otimização de Custos Logísticos. In: XXIX Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes. p. 1003–1014. Associação Nacional de Pesquisa e Ensino em Transportes - ANPET, Ouro Preto (2015)
3. MDIC, S.A.: Sistema de Análise das Informações de Comércio Exterior via Internet do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior
4. FAS/USDA: World Agricultural Production: Circular Series July 2016. USDA -United States Department of Agriculture, Washington (2016)
5. Serrat, O.: Social Network Analysis. In: *Knowledge Solutions: Tools, Methods, and Approaches to Drive Organizational Performance*. p. 39–43. Springer Singapore, Singapore (2017)
6. Bonanno, A., Constance, D.H., Lorenz, H.: Powers and Limits of Transnational Corporations: The Case of ADM, (2000)
7. Clapp, J.: ABCD and Beyond: From Grain Merchants to Agricultural Value Chain Managers. *Can. Food Stud. Rev. Can. Études Sur Aliment.* 2, 126 (2015). doi:10.15353/cfs-rcea.v2i2.84
8. Horan, F.E.: Soy Protein Products and Their Production. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 51, 67A–73A (1974)
9. ADM, A.-D.-M.C.: ADM: Brazil, <http://www.adm.com/pt-BR/worldwide/brazil/Paginas/default.aspx>

10. Lima, L.C.O.: Perspectivas do Investimento no Agronegócio. In: Wilkinson, J., Kupfer, D., e Laplane, M. (orgs.) Perspectivas do Investimento no Brasil. p. 196. UFRRJ, Rio de Janeiro (2009)
11. Sojamo, S., Larson, E.A.: Investigating Food and Agribusiness Corporations as Global Water Security, Management and Governance Agents: The Case of Nestlé, Bunge and Cargill. Water Altern. Assoc. 5, 619–635 (2012)
12. BUNGE: Annual Report: Solid Performance & Strategic Progress. BUNGE, Nova York (2015)
13. Serra, F.R., Ferreira, M.P., Contrigiane, E.: O Turnaround da Bunge nos Anos 90. GlobADVANTAGE Cent. Res. Intenational Bus. Strategy. 4–37 (2008)
14. Fantini, B.: ¿Cómo Afecta el Proceso de Business Excellence a la Cultura y el Liderazgo de la Organización?: El Caso Cargill /Finexcor, (2011)
15. CARGILL, I.: Cargill Timeline. CARGILL, Minnesota (2014)
16. CARGILL, I.: Cargill 2016 - Annual Report: Envisioning Tomorrow. CARGILL, Minnesota (2016)
17. Goldfarb, Y.: Expansão da Soja e Financeirização da Agricultura como Expressões Recentes do Regime Alimentar Corporativo no Brasil e na Argentina: O Exemplo da Cargill, (2015)
18. IMEA, I.M.G. de E.A.: Entendendo o Mercado da Soja. IMEA, Cuiabá (2015)
19. Sedyiyama, A.F., Castro Júnior, L.G. de, Calegario, C.L.L., Siqueira, P.H. de L.: Análise da Estrutura, Conduta e Desempenho da Indústria Processadora de Soja no Brasil no Período de 2003 a 2010. Rev. Econ. E Sociol. Rural. 51, 161–182 (2013). doi:10.1590/S0103-20032013000100009
20. LDC, C.: Louis Dreyfus Company: Key Periods in Our History, <http://www.ldcom.com/global/en/about-us/our-heritage>
21. Amaggi: Amaggi: História, <http://amaggi.com.br/sobre/historia/>, (2016)
22. Wesz Junior, V.J.: O Mercado da Soja e as Relações de Troca entre Produtores Rurais e Empresas no Sudeste de Mato Grosso (Brasil), (2014)
23. Silva, C.A.F. da: Corporação e Agronegócio da Soja na Amazônia. Rev. ACTA Geográfica. 29–40 (2008). doi:10.5654/actageo2008.0103.0003
24. Luedemann, M. da S.: O Desenvolvimento do Agronegócio no Brasil Central: Um Estudo sobre Mato Grosso. In: XII Encuentro de Geógrafos de América Latina, 2009. p. 01-12. Easy Planner, Montevideu (2009)
25. Varacca, A., Soregaroli, C.: Identity Preservation in International Feed Supply Chains. EuroChoices. 15, 38–43 (2016). doi:10.1111/1746-692X.12118
26. Oliveira, G. de L.T., Schneider, M.: The Politics of Flexing Soybeans: China, Brazil and Global Agroindustrial Restructuring. J. Peasant Stud. 43, 167–194 (2016). doi:10.1080/03066150.2014.993625
27. Milaneze, K.L.N., Batalha, M.O.: Competitividade em rede de empresas: proposta de ferramenta que permite analisar a importância de fatores relacionados à competitividade nas redes, (2005)
28. Freeman, L.C.: Centrality in social networks: Conceptual clarification, (1978)
29. Alejandro, V.Á.O., Norman, A.G.: Manual introdutório à análise de redes sociais. Universidad Autonoma Del Estado de México - UAEM (2005)
30. Borgatti, S.P., Everett, M.G., Freeman, L.C.: Ucinet 6 for Windows: Software for Social Network Analysis. Analytic Technologies Harvard, Massachusetts (2002)
31. Reis, J.G.M., Neto, M.M., Vendrametto, O., Costa Neto, P.L. de O.: Qualidade em redes de suprimentos: a qualidade aplicada ao Supply Chain Management. Atlas, São Paulo (2015)
32. MDIC, M. do D., Indústria e Comércio Exterior: Balança Comercial: Unidades da Federação. MDIC, Brasília (2015)
33. IMEA, I.M.G. de E.A.: Agronegócio no Brasil e em Mato Grosso. IMEA, Cuiabá (2014)
34. Toloi, R.C., Reis, J.G.M., Vendrametto, O., Machado, S.T., Rodrigues, E.F.: How to Improve the Logistics Issues During Crop Soybean in Mato Grosso State Brazil? In: 6th International Conference on Information Systems, Logistics and Supply Chain. KEDGE Business School, Bordeaux (2016)
35. Wesz Junior, V.J.: Diferenciação dos Produtores de Soja no Sudeste de Mato Grosso – Brasil, (2015)
36. Borgatti, S.P., Li, X.: On Social Network Analysis in a Suply Chain Context. J. Supply Chain Manag. 45, 5–22 (2009). doi:10.1111/j.1745-493X.2009.03166.x
37. Wasserman, S., Galaskiewicz, J. orgs: Advances in social network analysis: research in the social and behavioral sciences. Sage Publications, Thousand Oaks, Calif (1994)
38. Valente, T.W., Palinkas, L.A., Czaja, S., Chu, K.-H., Brown, C.H.: Social Network Analysis for Program Implementation. PLOS ONE. 10, e0131712 (2015). doi:10.1371/journal.pone.0131712
39. Windahl, C., Lakemond, N.: Developing integrated solutions: The importance of relationships within the network. Ind. Mark. Manag. 35, 806–818 (2006). doi:10.1016/j.indmarman.2006.05.010
40. Hanneman, R.A., Riddle, M.: Introduction to social network methods. University of California, Riverside, CA (2005)
41. FAS/USDA: World Agricultural Production: Circular Series January 2018. USDA -United States Department of Agriculture, Washington (2018)
42. SRI, S. de R.I. do A.: Balança Agronegócio: Fevereiro. MAPA, Brasília (2018)
43. SEPLAN, S. de E. de P. e C.G.: Release N. 4 - Agropecuária de Mato Grosso. SEPLAN, Cuiabá (2016)
44. Murphy, S., Burch, D., Clapp, J.: Cereal secrets: The World's Largest Grain Traders and Global Agriculture. Oxfam Research Reports (2012)

4.2 Resultados (2º. Artigo)

Este artigo foi publicado no Volume Editorial 9 da Edição 5 do *Independent Journal of Management & Production* – IJM&P.



INDEPENDENT JOURNAL OF MANAGEMENT & PRODUCTION (IJM&P)
http://www.ijmp.jor.br
ISSN: 2236-269X
DOI: 10.14807/ijmp.v9i5.812

MAIN VARIABLES THAT ARE INFLUENCED BY THE ANTHROPIC ACTIVITY RESULTING FROM THE SOYBEAN PRODUCTION IN THE MUNICIPALITIES OF MATO GROSSO

Rodrigo Carlo Toloi
IFMT Rondonópolis/UNIP, Brazil
E-mail: tolroirodigo@gmail.com

Alexandra Cristina Ramos da Silva Lopes Gunes
FEUP, Portugal
E-mail: aslopes@letras.up.pt

Marley Nunes Vituri Toloi
IFMT Rondonópolis/UNIP, Brazil
E-mail: Marley.toloi@gmail.com

João Gilberto Mendes dos Reis
UNIP, Brazil
E-mail: betomendesreis@msn.com

Silvia Helena Bonilla
UNIP, Brazil
E-mail: shbonilla@hotmail.com

Moacir de Freitas Junior
FATEC ZS/UNIP, Brazil
E-mail: bicimo@uol.com.br

Submission: 29/03/2018
Accept: 29/03/2018



ABSTRACT

This study aimed to identify how the main variables that are influenced by the anthropic activity resulting from the soybean production in the Mato Grosso Municipalities cluster among themselves. Factor analysis method was used to identify underlying dimensions that can account for the shared variation of observed variables. The factorial analysis proposes to reduce the number of variables by the extraction of independent factors, so that a better explanation of the relationship between the original variables occurs, avoiding correlational problems and reducing the relevance of endogeneity. Three dimensions were identified, each with a different combination of variables.



[<http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/us/>]
Licensed under a Creative Commons Attribution 3.0 United States License

Based on the results from principal components modelling it is fair to state that the impacts of the anthropic activity resulting from soybean production in the Mato Grosso municipalities can be analyzed according to three main domains: production impacts, socioeconomic impacts and demographic impacts. The main contribution of this paper is that it offers a useful framework of analysis for both public and private decision-makers regarding the influence of soybean production on economic, social, environmental, and cultural factors.

Keywords: Anthropic Activity of Soybean; Multivariate Statistical Analysis; Environmental; Social; Economic Factors

1. INTRODUCTION

The improvement of public policies for the production and export of Agribusiness Commodities was driven by the increase in demand for soybeans, mainly to produce oil for human consumption and animal feed meal.

According to data from the Foreign Agricultural Service (FAS) of the United States Department of Agriculture (USDA), China, the United States, Brazil, Argentina, and the European Union consumed in the 2015/16 crop the amount of 408.8 million tons of soybean (Grains, Bran, and Oil), of which China consumed 30.6% followed by the United States (17.3%) and Brazil (12%) (FAS/USDA, 2016).

China stands out as the world's largest soybean importer, in the 2015/16 crop, Brazil collaborates with more than 63% of the soybeans destined for the Chinese market. The Chinese demand for soybeans meets the domestic consumption of soybean oil and soybean meal. It is estimated that in the next decade, the volume of 57.2 million tons of soybeans will be imported, which is equivalent to 56.1% of world grain imports (FAS/USDA, 2016).

In this scenario, Brazil has consolidated its position as the second largest producer and the world's largest exporter of soybeans. As of the 2012/13 harvest, it exceeds in quantity the exports from the United States, while Argentina, third place in the ranking of grain production, has presented decreasing exports of soybean.

The Brazilian exports of the soybean complex accounted for 14.6% of the export tariff for 2015, equivalent to US\$ 27.96 billion, of which 75.1% were



soybeans, 20.8% bran and 4.1% of refined oil (LOPES; FERREIRA; LIMA, 2015; MDIC, 2016).

At the beginning of the 1980s, the Central-West states occupied 14% of their soybean area, compared to 77% of the southern region, but from the 1990s, this scenario began to transform, and already in 1998, the states located in the central-west region had 45%, while the southern region reduced its area to only 48% (PAULA; FAVERET FILHO, 1998).

The increase in the area of soybeans planted in the Midwest, to the detriment of the planted area in the South, can be explained by the migration movement of the Southerners, especially from Rio Grande do Sul and Paraná, toward the Central West. They went to Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, and Goiás, expecting to increase the amount of land they had in the south of the country (LUEDEMANN, 2009).

Thus, it is observed that anthropic activities related to soy production have consequences in the economic, social, and environmental spheres. Measuring these influences, as well as evaluating interactions and feedback, implies methodologies that can deal with this complexity.

The response to anthropogenic pressure can be represented by a series of variables that represent economic gains, influence on social dimensions, including health, education, but also the depletion of local resources and loss of biocapacity.

In this sense, the present study seeks to identify the main variables that are influenced by the anthropic activity resulting from the soybean production in Mato Grosso's municipalities.

The choice of variables implies a series of considerations, starting with the selection of relevant variables, their availability, and the appropriate treatment to avoid redundancy.

This avoids the adoption of variables that do not contribute to the diagnosis and allows for the optimization of decision-making and adoption of public policies in a faster and more efficient way.



The Factor Analysis method was chosen to integrate the results of the variables adopted, to show correlation and interdependence, and to allow the aggregation of data.

To meet the proposed objective, the article is organized with this brief introduction, followed by a Literature Review section. The third section presents the methodology that was used, and in the fourth section, we present the analysis and discussion of the results. In the last section, we present the final considerations.

2. LITERATURE REVIEW

Aiming to present the environmental, economic, and social contribution that soybean production promotes in the municipalities of the State of Mato Grosso, in this section, a brief review will be made on the literature available on this subject.

2.1. Environmental, Economic, and Social Influence of Soybean Production in Matogrossense Municipalities

In the environmental field, it is possible to observe changes in legislation, operational, and management practices resulting from competitive pressures from external markets and, especially, from raising society's awareness of environmental issues and the impact of soybean production on the development of society (ZHU; SARKIS, 2004).

Such changes in the operational and management practices can be observed by the adoption of Innovative Agricultural Technologies, which began to appear in Mato Grosso in the 80's, such as the use of direct planting (PRUDÊNCIO DA SILVA et al. 2010).

Direct planting was introduced to alleviate the problem of soil erosion, which directly leads to loss of efficiency of agricultural production, and indirectly leads to the silting of nearby rivers and lakes (RODRIGUES, 2005), which are contaminated by heavy metals of fungicides and chemical fertilizers (CAVALETT; ORTEGA, 2009).

However, other measures to prevent soil erosion, which directly entails the silting of rivers and lakes and soil impoverishment, and indirectly contributes to contamination of water and soil resources, have been implemented, such as the Rotation of Culture, Integration of Farming-Livestock-Forestry (and its variations),



Sanitary Void, Biological Pest Control, as suggested in several studies (BINI, 2016; CAVALETTI; ORTEGA, 2009; RODRIGUES, 2005; SOARES, 2016).

Gibbs et al., (2015) points out that deforestation is an activity that needs to be controlled, and highlights that between 2001 and 2006, soybean plantations expanded by one million hectares, only in the Amazon biome.

Another factor that has been the subject of discussions about the effects of soy production is the high reliance on productive inputs, such as fertilizers, fuels, machinery, and pesticides, which contribute to the increase of greenhouse gas emissions (GHG) (RAUCCI et al., 2015).

According to Teixeira; Faria; Zavala (2013) soybean production has been one of the main factors responsible for the emission of CO₂ in the State of Mato Grosso. Emissions in the state are due to crop residues, the use of fuels and fertilizers and the incorporation of new productive areas.

According to Lindoso (2009), in 2006, soybeans emitted the equivalent of 3.5 million tons of CO₂, and the use of fertilizers in the crop was responsible for emitting 830,000 tons of CO₂.

Among the main GHG Emission Factors (FE) in soybean production in Mato Grosso, the use of fossil fuels, fertilizers, crop residues, electricity, pesticides, seeds, biological nitrogen fixation (BNF) and deforestation to incorporate new areas for production (LINDOSO, 2009; RAUCCI et al., 2015, TEIXEIRA; FARIA; ZAVALA, 2013).

As for the economic aspect, according to Fagundes and Siqueira (2013), the soybean crop takes an important position as an agricultural activity that generates employment and income, moving a series of economic and institutional agents, all its complexity and reach of its productive process. This is a dynamic and demanding sector of innovations and constant investments due to the high degree of competitiveness in the current market.

According to Anholeto and Massuquetti (2014), the soybean crop has stood out in relation to the Brazilian crops, providing greater income to the producers and foreign exchange to the country, precisely because it is a product with a wide chain of production from the manufacture of inputs to the final consumption.



With the expansion of the area, the modernization of machinery and equipment and the technology used to grow soybeans, aiming to improve production and increase incomes, we can see the increase in the number of jobs, and in 2010, the productive activity was responsible for 60.6% of the country's income generation.

These factors, together with the genetic improvement of seeds and more productive planting systems, besides contributing to the generation of employment and income, contributed to the increase of soybean production and productivity in the Midwest region of the country (KUMAGAI; SAMESHIMA, 2014).

In addition, flatland supply and climate regularity enabled Mato Grosso to achieve higher national productivity, with 2,730 kg/ha, compared to a national average of 2,406 kg/ha, and reaching the position of largest soybean producer in the country in the 1999/00 crop, according to figure 1 (CONAB, 2017; SÁ; ALBANO, 2011).

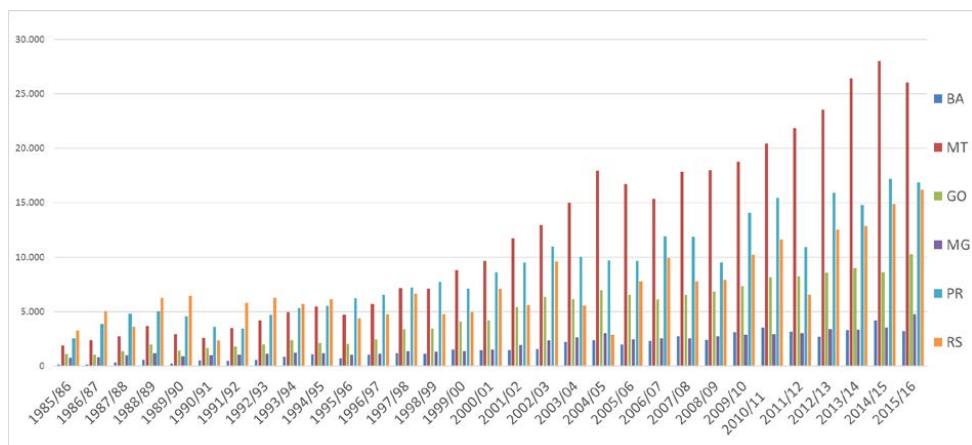


Figure 1: Evolution of Soybean Production: 1985 - 2015.

Source: Adapted from (CONAB, 2017).

This growth was made possible by the availability of 200 million hectares of arable land, with favorable climatic conditions and predictable precipitation patterns, together with the public financing policies for timber, livestock, and soybean exploitation (ARVOR et al., 2010).

According to the Brazilian Association of Vegetable Oil Industries - ABIOVE (2017), the soybean complex has a great role for the development of the Brazilian economy, which in 2011 generated more than 1.5 million jobs in the 17 states of the

federation. Considering investments as technologies, increased new areas for planting, as well as growth of the grain processing industry, promoted improved life of the population.

In the social aspect, that is, for economic and social development, agriculture does not yet add enough value in its primary production, according to Vituri (2010). It has greatly contributed to the generation of employment, being an important link growth and economic development. This is because it is the driving force behind the activities for the industry and services sector.

Industrial modernization is a consequence of agriculture's contribution to economic development, given this optimism in agriculture, Souza (2005) argues that there may be a positive correlation between agricultural growth and growth in other sectors.

Before the understanding, soybeans, the main product produced and marketed in Brazil, help in the positive influence in the other sectors, improving the quality of life, as well as raising the indices of education and health, mainly in the main municipalities that are the largest producers of grains.

3. METHODOLOGY

In order to elucidate the contributions of soybean production in the Mato Grosso do Sul municipalities, a survey was carried out in the databases of the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE), Portal AliceWeb of the Ministry of Industry and Foreign Trade and Services (MDIC), in the PRODES Project Portal of the Institute of Space Research (INPE) and the Federation of Industry Portal of Rio de Janeiro (FIRJAN). According to Table 1, the data were organized in SPSS® software (Statistical Package for the Social Sciences) version 23.

Subsequently, the data were treated quantitatively through the technique of Principal Component Analysis through SPSS® software.

The data collected refer to the 141 municipalities that make up the State of Mato Grosso.

In view of the need to reduce the asymmetry between the values of the variables, the data transformation was performed using log (x). The transformation was necessary considering that the values of the variables Population, Area



occupation with soybean, GDP per capita, Value of Production, Total Exported, Quantity Produced, Area of Forest and Production of CO₂ were atypical to the values of the variables IFDM - Education, IFDM - Employment & Income, IFDM - Health and IDR, so it is necessary to transform the values to correct any problems.

Due to the number of variables used to verify the contribution promoted by soybean production in the municipalities of Mato Grosso, the factor analysis method was used to identify the main variables.

The factorial analysis proposes to reduce the number of variables by the extraction of independent factors, so that a better explanation of the relationship between the original variables occurs, avoiding correlational problems and decreasing the relevance of endogeneity (HAIR, 2006).

Table 1: Variables and data source used in the research.

| Variables | Source |
|--|------------------|
| Populations (hab.) | |
| Occupation of the area with soybean (ha) | IBGE |
| GDP per capita (US\$) | |
| Value of Production (Thousand US\$) | |
| Total Exported (US\$) | AliceWeb |
| Quantity Produced (ton.) | |
| IFDM – Education | |
| IFDM - Employment & Income | FIRJAN |
| IFDM – Health | |
| Area of the Municipality (ha) | INPE |
| Forest Area (Km ²) | |
| IDR | (CHIOVETO, 2014) |
| Production of CO ₂ Soybean (ton.) | (LINDOSO, 2009) |

The factor analysis method can be expressed by the mathematical expression as a linear combination between the variables (X_i) and k common factors (F):

$$X_i = A_{i1}F_1 + A_{i2}F_2 + \dots + A_{ik}F_k + \varepsilon_i \quad (1)$$

Where,

A_{ik} - Multiple regression coefficient for variable i, factor k.

F_k - Uncorrelated common factor ($\mu = 0$ e $\sigma^2 = 1$)

ε_i - Error that captures the specific variation not explained by the linear combination of the factorial loads with the common factors.



Hair (2006) describes the steps to be followed for the application of the factorial analysis: the assembly of the correlation matrix, the extraction of the initial factors, the factor rotation, and the calculation of the factorial scores.

Stevens (2009) suggests that the correlation matrix is constructed using the sample correlation matrix from which the extracted values are organized in a decreasing manner.

The extraction of the initial factors is obtained through the main components method, being observed if the factors are obtained in order to maximize the total variance attributed to each of the factors and if they are obtained independently between them (STEVENS, 2009).

For Hair (2006), to determine the amount of factors necessary to represent the dataset, only the factors whose characteristic root was greater than the unit were considered.

The coefficient of correlation between each of the original variables and each of the factors is now described by the factorial load, while the commonality of the variable, equivalent to the square of the factorial loads, represents the relative contribution of each factor to the total variance of a variable (FIELD, 2009). In this sense, the community has for factorial analysis a similar meaning to the coefficient of determination of the regression.

According to Hair (2006), the most appropriate method is the orthogonal varimax rotation, because it facilitates the interpretation of factorial loads by minimizing the number of variables that have a high weight in one factor.

Thus, each of the subsets of original variables becomes more associated with a given factor. Stevens (2009) points out that the rotation does not change the values of commonalities, and the proportion of the variance explained by the set of factors is the same before and after the rotation.

Factor rotation is used to improve the interpretation of the solution. The objective is to find factors that have high "loadings" for some variables and low ones for others. The interpretation of each factor is done in function of the variables for which it has high "loadings".



After performing the factor rotation, the factorial score calculation is started. Hair (2006) suggests that the procedure is similar to a regression. When using the factorial loads of variables as estimated parameters of the equation and multiplying them by the values of the variables that compose the factor, we obtain the estimated value for the dependent variable, in this case, the factor score. Algebraically, the general expression for the estimation of the j-th factor is given by:

$$F_j = W_{j1}X_1 + W_{j2}X_2 + W_{j3}X_3 \dots + W_{jp}X_p \quad (2)$$

In which, W_{jp} are the coefficients of the factorial scores and X_p is the number of variables.

Following the calculation of the factor score, the next step is to verify the adequacy of the factorial analysis. To test the suitability of the factorial analysis model, the Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) statistic and the Bartlett Sphericity Test (TEB) are used (FIELD, 2009; HAIR, 2006; STEVENS, 2009).

The KMO test is a correlation coefficient that demonstrates the existence or not of observed correlation between the selected variables. Hair (2006) points out that the values of this test vary from 0 to 1, small values of KMO ($KMO < 0.50$) indicate the non-suitability of the analysis.

The TEB allows us to reject the null hypothesis according to which the correlation matrix would be equal to the identity matrix, that is, without significant correlations.

4. RESULTS AND DISCUSSION

The Factor Analysis aims to verify the dimensions that underlie the questions investigated. To use Factor Analysis, it is necessary to verify if some assumptions are met, initially check the Bartlett sphericity test and the Kaiser Meyer-Olkin (KMO) sample adequacy measure.

The sample suitability measure compares the correlation coefficients observed with the partial correlation coefficients, varying between 0 and 1, whereby, the closer to 1, the better the sample. In this analysis, the value 0.782 was found, indicating a good sample adequacy, as shown in Table 2.

The Factorial Analysis implemented was of the exploratory type and allowed to obtain three dimensions.

616



[http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/us/]
Licensed under a Creative Commons Attribution 3.0 United States License

The values of Table 2, present the information that allows us to select the number of components to retain. It is observed that the eigenvalues found are higher than 1, and in the set, explain 74.25% of the total variation of the variables under analysis. It should, therefore, be considered three components.

The variables that explain component 1, according to Table 2, suggest a strong relation with the effects of soybean production, considering the high variance index of the variables LN Soybean Area (0.971), LN CO₂ (0.970), LN Production (0.967), LN Production Value (0.960) and IDR (0.747).

The variables grouped in component 1 are directly related to soybean production since the volume of production depends on the area planted to soybeans, which in turn impacts on CO₂ emissions and on the value of production, which in turn promotes the elevation of IDR (SOUZA, 2005; LINDOSO, 2009; ARVOR et al., 2010; CHIOVETO, 2014; BINI, 2016).

Component 2 can be explained by the variables related to social development indicators (IFDM Education (0.745), IFDM Health (0.726), IFDM Employment and Income (0.634)) and by the variable related to economic development indicators GDP per capita (0.609) and LN Exports (0.546).

It is worth noting that the variables of the social indicators presented a greater variance than the variables for the economic indicators. This suggests that the soybean production promotes a more pronounced improvement in the social indicators on the municipalities where soybean production occurs, similar to what was also observed in the studies of Vituri (2010); Anholeto; Massuquetti (2014); ABIOVE (2017).

Finally, component 3 is related to the variables LN Area of the Municipality (0.880); LN Mata (0.807) and LN Population (0.602) suggesting a reading of the Demographic Factors.

Considering the variances presented above, it can be seen that soybean production is more frequent in municipalities that have larger territorial extensions, which would facilitate the expansion of areas for cultivation, as well as allow to comply with environmental legislation, regarding the area of the preservation and forests native. On the other hand, as the high technology used in the machines and equipment, the use of direct labor is relatively low, justifying the low preference for



more populous municipalities, according to the studies of Bernardi et al. (2014); Hirakuri et al. (2014); WWF (2014).

To name the components, it was necessary to observe the loadings of each variable in each extracted component, Table 2 displays the matrix of the rotating components, where we can verify the correlation between each one of the variables with each one of the components extracted. The meaning of each component lies in the strongest correlations. Only strongest correlations in each component are displayed for the purpose of clarity in interpreting the table.

Thus, Factorial Analysis allowed to identify the most important variables, and to group them in main components, so that they will be denominated as Production Factor, Socioeconomic Factor, and Demographic Factor.

Table 2: Rotational Component Matrix

| Variables | Component | | | Communalities |
|-----------------------------|------------|---------------|-------------|---------------|
| | Production | Socioeconomic | Demographic | |
| IDFM_Employment and Income | | 0,634 | | 0,622 |
| IFDM_Education | | 0,745 | | 0,594 |
| IFDM_Health | | 0,726 | | 0,583 |
| IDR | 0,747 | | | 0,727 |
| LN Population | | | 0,602 | 0,524 |
| LN Area of the Municipality | | | 0,880 | 0,827 |
| LN Area of the Soybean | 0,971 | | | 0,972 |
| LN GDP Per Capita | | 0,609 | | 0,680 |
| LN Value of the Production | 0,960 | | | 0,933 |
| LN Exportation | | 0,546 | | 0,593 |
| LN Production | 0,967 | | | 0,965 |
| LN Forest | | | 0,807 | 0,660 |
| LN CO ₂ | 0,970 | | | 0,973 |

Extraction method: Principal components. Varimax rotation with Kaiser Normalization. Extraction criterion: eigenvalue higher than 1. Total variance explained by extracted components: 74,25%
KMO = 0,782

5. CONCLUSIONS

The growing world demand for soybean allowed the State of Mato Grosso, by its vocation, to expand the area, production, and productivity of soybeans. However, this expansion brought with it changes in the productive structure, which in turn led to changes in the environmental, economic, and social spheres in all municipalities of Mato Grosso.

Due to the large number of variables used, we chose to use a factor reduction methodology to identify which variables are most affected by soybean production in the municipalities of Mato Grosso



The applied methodology allowed us to analyze several aspects related to soybean cultivation in the municipalities of Mato Grosso in a way that reduced the number of data to a more manageable set while retaining the maximum possible information.

The results indicate the grouping of the variables into three factors.

The variables IDR, LN Soybean Area, LN Production Value, LN Production, and LN CO₂ make up the Production Factor, and the positive correlation found indicates a positive influence on population growth and health quality in the municipality. In this case, it is worth noting that the influence on the variable LN Soybean Area (0.971) is higher than the IDR (0.747), which may indicate that soybean production has a stronger influence on soybean area and an influence on the Rural Development Index (IDR).

In turn, the variables IFDM Education, IFDM Health, IDFM Employment and Income, GDP Per Capita and LN Exportation make up the Socioeconomic Factor. The positive correlation found, indicating that soybean production positively influences the related variables.

The variables LN Population, LN Area of Municipality, and LN forest are associated to the Demographic Factor.

Thus, the anthropic activity resulting from soybean production in the municipalities of Matogrossense positively influenced the production, socioeconomic and demographic factors in the municipalities where the oilseed crop was recorded.

With the development of the study and the results found, the imperative was to carry out a future research with municipalities of the state of Illinois/USA to confront the results found here, and if the variables and factors will present the same correlations.

Thus, the present study is a useful tool for public and private decision-makers regarding the influence that soybean production exerts on production, socioeconomic and demographic factors in Mato Grosso's municipalities.

6. ACKNOWLEDGMENTS

Appreciation is extended to the Coordination of Improvement of Higher Education (CAPES) program from the Ministry of Education, the providers of the



research grant; and to IFMT for the research support, and the granting of the capacitation license.

REFERENCES

- ABIOVE, (2012) **Importância Econômica e Social da Cadeia Produtiva de Oleaginosa.** Disponível em: <<http://www.abiove.org.br/site/index.php?page=importancia-economica-e-social&area=NC0yLTI>>. Acesso em: 7 out. 2017.
- ANHOLETO, C. D.; MASSUQUETTI, A. (2014) A Soja Brasileira e Gaúcha no Período 1994-2010: Uma Análise da Produção, Exportação, Renda e Emprego. **Revista Economia e Desenvolvimento**, v. 13, n. 2, p. 379–404.
- ARVOR, D. et al. (2010) A evolução do setor soja no Mato Grosso. **Revista Franco-Brasileira de Geografia**, n. 10.
- BERNARDI, A. C. C.; NAIME, J. M.; RESENDE, Á. V.; BASSOI, L. H.; INAMASU, R. Y. (2014) **Agricultura de precisão: resultados de um novo olhar.** Brasília: EMBRAPA.
- BINI, F. C. (2016) **Análise da Performance Ambiental e a Capacitação Profissional Rural na Produção de Soja e Milho no Estado de Mato Grosso.** Dissertação—Bauru: Universidade Estadual Paulista.
- CAVALETT, O.; ORTEGA, E. (2009) Energy, nutrients balance, and economic assessment of soybean production and industrialization in Brazil. **Journal of Cleaner Production**, v. 17, n. 8, p. 762–771.
- CHIOVETO, M. O. T. (2014) **Desenvolvimento Rural no Mato Grosso e seus Biomas.** Tese—Toledo: Universidade do Oeste do Paraná.
- CONAB, C. N. A. (2017) **Séries Históricas de Área Plantada, Produtividade e Produção, Relativas às Safras 1976/77 a 2015/16 de Grãos.** Disponível em: <http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1252&t=2&Pagina_objcmsconteudos=3#A_objcmsconteudos>. Acesso em: 26 abr. 2017
- FAGUNDES, M. B. B.; SIQUEIRA, R. P. (2013) Caracterização do Sistema Agroindustrial da Soja em Mato Grosso do Sul. **Revista de Política Agrícola**, v. 22, n. 3, p. 58–72.
- FAS/USDA (2016). **World Agricultural Production: Circular Series July 2016.** Washington: USDA -United States Department of Agriculture. Disponível em: <<http://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/production.pdf>>. Acesso em: 21 jul. 2016.
- FIELD, A. (2009) **Descobrindo a Estatística usando o SPSS.** Tradução Lorí Viali. 2^a ed. Porto Alegre: Artmed.
- GIBBS, H. K. et al. (2015) Brazil's Soy Moratorium. **Science**, v. 347, n. 6220, p. 377–378.
- HAIR, J. F. (ED.) (2006) **Multivariate data analysis.** 6th. ed. Upper Saddle River, N.J: Pearson Prentice Hall.



INDEPENDENT JOURNAL OF MANAGEMENT & PRODUCTION (IJM&P)

http://www.ijmp.jor.br

v. 9, n. 5, Special Edition IFLOG 2017

ISSN: 2236-269X

DOI: 10.14807/ijmp.v9i5.812

HIRAKURI, M. H.; CASTRO, C.; FRANCHINI, J. C.; DEBIASI, H.; PROCÓPIO, S. O.; BALBINOT JUNIOR, A. A. (2014) **Indicadores de Sustentabilidade da Cadeia Produtiva da Soja no Brasil.** Londrina: Embrapa Soja.

KUMAGAI, E.; SAMESHIMA, R. (2014) Genotypic Differences in Soybean Yield Responses to Increasing Temperature in a Cool Climate are Related to Maturity Group. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 198–199, p. 265–272.

LINDOSO, D. (2009) **Pegada Climática do Uso da Terra: Um diagnóstico do dilema entre o modelo de desenvolvimento agropecuário mato-grossense e as mudanças climáticas no período de 2001-2007.** Dissertação—Brasília: Universidade de Brasília.

LOPES, H. S.; FERREIRA, R. C.; LIMA, R. S. (2015) **Logística da Soja Brasileira para Exportação: Modelo de Otimização de Custos Logísticos.** XXIX Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes. **Anais...** In: XXIX ANPET. Ouro Preto: Associação Nacional de Pesquisa e Ensino em Transportes – ANPET.

LUEDEMANN, M. S. (2009) **O Desenvolvimento do Agronegócio no Brasil Central: Um Estudo sobre Mato Grosso.** XII Encuentro de Geógrafos de América Latina. **Anais...** In: XII EGAL CAMINANDO EN UNA AMÉRICA LATINA EM TRANSFORMACIÓN. Montevidéu: Easy Planner.

MDIC, S. A. (2016) **Sistema de análise das informações de comércio exterior via internet do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior.** Disponível em: <<http://aliceweb.mdic.gov.br//consulta-ncm/consultar>>. Acesso em: 1 abr. 2016.

PAULA, S. R.; FAVERET FILHO, P. (1998) Panorama do Complexo Soja. **BNDES Setorial**, v. 8, p. 119–152.

PRUDÊNCIO DA SILVA, V. et al. (2010) Variability in environmental impacts of Brazilian soybean according to crop production and transport scenarios. **Journal of Environmental Management**, v. 91, n. 9, p. 1831–1839.

RAUCCI, G. S. et al. (2015) Greenhouse gas assessment of Brazilian soybean production: a case study of Mato Grosso State. **Journal of Cleaner Production**, v. 96, p. 418–425.

RODRIGUES, W. (2005) Valoração econômica dos impactos ambientais de tecnologias de plantio em região de Cerrados. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 43, n. 1, p. 135–153.

SÁ, A. J.; ALBANO, G. P. (2011) Globalização da Agricultura: Multinacionais no Campo Brasileiro. **Revista de Geografia (UFPE)**, v. 28, n. 1, p. 54–80.

SOARES, A. F. (2016) **Requisitos Ambientais no Mercado de Soja Brasileiro: Descrição e Avaliação de Impacto.** Dissertação—Piracicaba: USP/ Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz.

SOUZA, N. J. (2005) **Desenvolvimento Econômico.** 5. ed. São Paulo: Atlas.

STEVENS, J. (2009) **Applied multivariate statistics for the social sciences.** 5th ed. New York: Routledge.

TEIXEIRA, M. D. J.; FARIA, A. M. M.; ZAVALA, A. A. (2013) Emissões Antrópicas de Gases de Efeito Estufa (GEE) e Referenciais para Política de Mitigação das

621



[<http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/us/>]
Licensed under a Creative Commons Attribution 3.0 United States License

INDEPENDENT JOURNAL OF MANAGEMENT & PRODUCTION (IJM&P)

http://www.ijmp.jor.br

v. 9, n. 5, Special Edition IFLOG 2017

ISSN: 2236-269X

DOI: 10.14807/ijmp.v9i5.812

Emissões em Mato Grosso (Brasil). **Revista Eletrônica Documento Monumento - REDM**, v. 10, n. 1, p. 307–323.

VITURI, M. N. (2010) **Um Estudo Baseado Nos Indicadores do Setor Agropecuário e o Desenvolvimento Socioeconômico nos Municípios do Estado de Mato Grosso do Sul**. Dissertação—Campo Grande: Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.

WWF (2014) **The growth of Soy: Impacts and Solutions**. [s.l: s.n.]. Disponível em: <<http://www.wwf.org.br/informacoes/?38423/A-expansao-da-soja>>. Acesso em: 28 jul. 2017.

ZHU, Q.; SARKIS, J. (2004) Relationships between operational practices and performance among early adopters of green supply chain management practices in Chinese manufacturing enterprises. **Journal of Operations Management**, v. 22, n. 3, p. 265–289.

622



[<http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/us/>]
Licensed under a Creative Commons Attribution 3.0 United States License

4.3 Resultados (3º. Artigo)

Artigo publicado nos anais do 6th *International Conference on Information Systems, Logistics and Supply Chain* (ILS International Conference) 2016, na cidade de Bordeaux, França, entre os dias 1º e 4 de junho de 2016.

How to improve the logistics issues during crop soybean in Mato Grosso state Brazil?

Rodrigo Carlo Toloi^{1,2}, João Gilberto Mendes dos Reis¹, Oduvaldo Vendrametto¹, Sivanilza Teixeira Machado^{1,3}, Enio Fernandes Rodrigues³

¹ Paulista University, Postgraduate Program of Engineering Production, São Paulo, Brazil

² Federal Institute of Mato Grosso, Rondonópolis, Brazil, ³ Federal Institute of São Paulo, Department of Management and Business, Suzano, Brazil
{toloirodrigo@gmail.com }

Abstract. The soybean transport costs represent the biggest part of the costs that involve the production and commodity operations. This study analyzed the main soybean flow routes for the foreign Market and proposed alternative routes that contribute to reduce costs involving the transport of grains produced by the macro-region of the Mato Grosso state. For this purpose, it was used mathematical modeling with application of linear programming through Excel Solver supplement program, considering six origins (macro-regions of Mato Grosso state) and eight main destination ports. The results present a minimization of the transport costs in US\$ 6.59 million, such as the reduction of the amount of routes used from 34 to 13 routes. It was concluded that the reduction of the transport costs was possible due to the inclusion of routes containing stretches of waterways, with the flow through the Port of Manaus/AM and Port of São Luiz/MA.

Keywords: Logistics, Routes, Costs Reduction, Linear Programming.

1 Introduction

More than sixty percent of the Brazilian soybean production is transported by truck from the production areas to the transformation areas or terminals/ports of exportation [1]. The cost of transport, source of many discussions of logistics experts, represent around 60% of the logistics costs [1], [2], becoming a strategic activity for any production chain. For example, in the case of soybeans, the transport costs represent the biggest part of the costs involving the production and the commodity operations [2]. Proposed solutions to reduce costs and offer alternative transport routes for the carriers, especially during the flow of the grains are current challenges faced by the experts [2].

Transportation alternatives are difficult to be adopted by companies during the flow, due to the complexity of variables that involve the infrastructure of the Brazilian grain transport, such as the imbalance in the transport matrix, the ports capacity, loading equipment's, loading capacity, the fleet of trucks, the carriages informalities on the contracts, freight, roads, modality or multimodality, among others [3], [4]. The poor conditions of roads, maintenance and improper use of truck, overloading and inefficiency in grain transshipment are the main causes of losses occurring during transport operations [1], impacting in additional costs to the production chain.

The complexity of the Brazilian logistics infrastructure reach the country, but with bigger impact in the states of North, Northeast and Midwest. Mato Grosso is the main producer of soybeans in Brazil, located in the Midwest and urges for a logistic strategy that contributes to the competitiveness of Brazilian soybeans on the international Market. The logistic infrastructure of Mato Grosso, as well as Brazil in general, did not follow the growth of production becoming a major challenge for producers and to the sector [2].

Soybean production in Mato Grosso is divided into seven macro-regions: Northwest, Northeast, North, East-North, West, South-Central, and Southeast. The East-North macro-region is the most important in soybean production with 35.6%, followed by Southeast macro-region (21.8%), Northeast (14.3%), West (12.8%), South-Central (7.3%), Northwest (6.4%) and North (1.9%) [5].

This study aims to analyses the main soybean flow routes for the external market and based on minimizing transport costs, propose alternative routes for the grain produced by the macro-regions of the Mato Grosso state.

2 Materials and Methods

The study was developed based on the data of Mato Grosso, Brazil. This study considered six macro-regions as origin (i): Northwest, Northeast, Middle-North, West, South-Central, and Southeast. The North macro-region was dismissed of the study, due to the lack of soybean export volume. Furthermore were considered eight flow ports destinations (j): Manaus (Amazonas); São Luiz (Maranhão); Santarém (Pará); Vitória (Espírito Santo); Santos (São Paulo); Paranaguá (Paraná); Rio Grande do Sul (Rio Grande do Sul) and São Francisco do Sul (Santa Catarine) [6].

2.1 Survey and preparation of data for simulation and network design

The variable **soybean volume** (tons): For the survey of the exported soybean volume data by the municipalities that compose the macro-regions of Mato Grosso, it was used the base of the Analysis System of Foreign Trade Information AliceWeb, with the search parameters: 1) Federative Unit (Mato Grosso); 2) Municipalities (divided by macro-regions); 03) Mercosur Common Nomenclature (SH 4 digits position: 1201 - Soybean even grounded); 4) Filter Detailing (Port of flow); and 5) Year period (2013) [6].

The variable cost of transport (real/ton/kilometers): The transport cost was obtained in the road market, by means of quantitation of freight of the road carriers having as origin the macro-regions and the destination the main ports present in Table 1. For the composition of transport cost for the Manaus Port, AM, São Luiz, MA and Santarém, PA, the waterway freight was added in the road cost transport. Thus, the total cost of transport for the load transportation of the Manaus Port, take into account the road cost to the Porto Velho Terminal, RO, adding the waterway cost from Porto Velho, RO to Manaus Port. The same procedure was adopted for the Port of São Luiz, which had the road freight estimated up to the Colinas do Tocantins Terminal, TO, and then the waterway freight up to the Port; as well as to the loads for the Santarém Port it was considered the freight up to the Miritituba Terminal, PA, and later, waterway to the port.

The variable distance (km): The determination of the distance of macro-regions to the ports was obtained by the Interlog simulator website, adopting the origin as the Mato Grosso macro-regions and the destination, the main flow ports. The destination ports (j) that were simulated were: MA = Manaus; SL = São Luiz; ST = Santarém; VT = Vitória; SN = Santos; PR = Paranaguá; RS = Rio Grande do Sul and SF = São Francisco do Sul, Table 1

Table 1: Distance between the macro-regions and the main flow ports, in kilometers

| Macro-region (i=origin) | Portos de escoamento de soja (j = destino) | | | | | | | |
|----------------------------|--|------|------|------|------|------|------|------|
| | MA | SL | ST | VT | SN | PR | RS | SF |
| Northwest | 1937 | 2510 | 1683 | 2294 | 2289 | 2487 | 2805 | 2563 |
| Northeast | 3100 | 1802 | 1758 | 2194 | 1758 | 1962 | 2605 | 2123 |
| Middle-North | 2303 | 2382 | 1578 | 2513 | 1944 | 2144 | 2460 | 2282 |
| West | 1846 | 2742 | 1915 | 2565 | 2066 | 2264 | 2582 | 2334 |
| South-Central | 2167 | 2629 | 1845 | 2262 | 1795 | 1993 | 2311 | 2031 |
| Southeast | 2640 | 2509 | 2102 | 1888 | 1353 | 1566 | 1992 | 1693 |

*Sum of the road distance up to Porto Velho Terminal, RO and the waterway distance up to the Manaus Port;

+Sum of the road distance up to Colinas do Tocantins Terminal and the waterway distance up to São Luiz Port;

Sum of the road distance up to Miritituba Terminal, PA and the waterway distance up to Santarém Port. Source: [7]

2.2 Modeling of the transport problem

To direct the exportation volume of the macro-regions of the Mato Grosso State in order to minimize transportation costs, it was used the linear programming model of minimum cost, through the Excel Solver tool program. For this purpose, the transportation problem was modeled as follows:

1. Development of the objective function based on the minimization of transportation cost, Eq. 1.

$$\text{Minimize} = \sum_{i=1}^6 \sum_{j=1}^8 V_{ij} \times C_{ij} \times D_{ij} \quad (\text{Eq. 1})$$

Where,

i = origin (1, 2, ..., 6); j = destination (1, 2, ...8,); V = export volume to be transported (ton); C = cost in Reais per ton and traveled kilometers (R\$/ton/km); D = distance between origin and destination (km)

2. Definition of restrictions seeking to meet the needs of the export Market, as well as to observe the export capacity of each macro-region: a) the export volume of the macro-regions must be equal (=) the demand of destination ports (Q_i), to ensure compliance to all (Eq. 2); b) the volume of exportation of each macro-region must be less or equal (\leq) to the exportation capacity of the macro-region (Cap_j), to not affect the amount that is destined to the internal market (Eq. 3); and c) the volume of exportation must be greater or equal (\geq) to 0, to ensure the non negativity in the model (Eq. 4).

$$\sum_{j=1}^8 V_{ij} = Q_i \quad (i = 1, 2, \dots, 6) \quad (\text{Eq. 2})$$

$$\sum_{i=1}^6 V_{ij} \leq Cap_j \quad (j = 1, 2, \dots, 8) \quad (\text{Eq. 3})$$

$$V_{ij} \geq 0 \quad (\text{Eq. 4})$$

3. Data processing by the Solver tool, Excel. After defining the objective function and the constraints, the data were parameterized in the Solver tool, Excel, to obtain the minimization of the transport costs, as proposed.

2.3 Social networking using the software UCINET

Based on the results presented by the Solver system, Excel, a network of relationships was designed between the macro-regions and the main ports, seeking to present the network configuration before and after the redirection of soybean production for the main flow ports. The actors (origin i and destiny j), were taken into consideration to the built of the network for the current scenario and for the simulation made by the Solver as well.

The attributes considered were the transportation values of soybean for each macro-region for the considered ports (j) such as the current situation as for the simulation carried out after the application of Solver. The ties and relationships are shown in Image 1 and 2 that represent the connections between the production areas (I) and the ports (j), to where the production is destined. Use the same setting for the figure caption, but positioned below the figure. Place Tables and Figures in text as close to the reference as possible.

3 Results and Discussion

The Gross Domestic Product – GDP of Mato Grosso agribusiness in 2013 represented 4.8% of Brazil's GDP, being an important productive area for Brazil as a grain supplier to both the domestic and export market [8]. Nowadays, the macro-regions with higher participation in the Brazilian soybean exportation are Middle-North (38.9%), West (17.8%), Southeast (14.4%), Northeast (13.8%), South-Central (13.2%) and Northwest (1.6%) [6]. The flow of the soybean volume exported before the simulation of the proposed transportation problem, points that the Santos Port with 53.6%, follow by Manaus (10.7%), Vitória (10.3%), Paranaguá (7.6%), Santarém (6.8%), São Luiz (4.8%), São Francisco do Sul (4.5%) e Rio Grande do Sul (1.3%) [5]. The results obtained from Solver after the redirection of export volumes of

macro-regions, minimized the estimated initial transport cost from US\$ 64.342 million to US\$57.746 million, Figures 1 and 2.

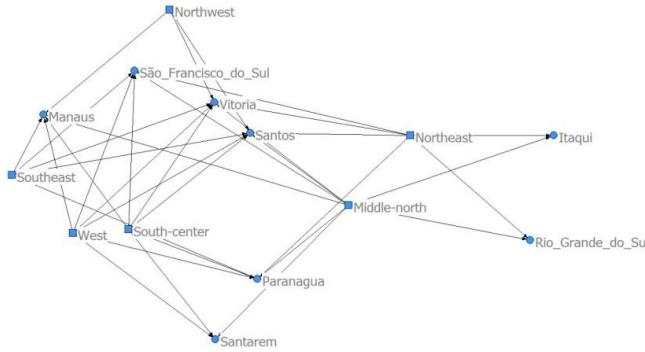


Figure 1: Relationship network between the macro-regions and the main soybean flow ports, current scenario with 34 routes, prior to the simulation.

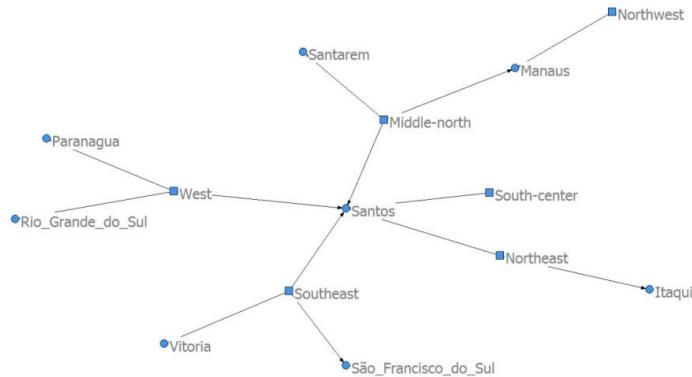


Figure 2: Relationship network between the macro-regions and the main soybean flow ports, alternative scenario with 13 routes, after the simulation.

Observing the before and after scenarios the simulation soybean volume redirection, some comments can be highlighted: Northwest: 100% concentrated in the port of Manaus, AM; Northeast: 69% concentrated in the port of São Luiz, MA and 31% in Santos, SP; Middle-North: 62% concentrated in the Port of Santos, SP; 22% to the port of Manaus, AM and 16% to the port of Santarém, PA; West: 53% concentrated in the port of Santos, SP; 39% in the port of Paranaguá, PR and 8% to the port of Rio Grande do Sul, RS; South-Central: 100% concentrated in the port of Santos, SP; Southeast: 51% concentrated to the port of Vitória, ES, 26% to the Port of Santos, SP and 23% to the Port of São Francisco do Sul/SC.

Besides, it was observed that after the simulation the amount of routes used by the producers and the soybean commercialization companies went from 34 to 13. Alternative routes of grains flow have been suggested by [2], based on investment in transport infrastructure by the Growth Acceleration Plan for the state of Mato Grosso.

3.1 Alternative routes for the macro-regions

Northwest: A transport route was indicated to reduce of soybean flow transportation cost produced on the Mato Grosso Northwest macro-region which was the use of the Manaus Port/AM (**Route 1, average 1.937 km: Northwest/MT-Manaus Port/AM**). For the producer use the Route 1 it should follow by the BR 158 highway up to the city of Barra do Garças/MT, interconnecting with the BR 070 up to the city of Cáceres/MT; from this point, it must follow by the BR 174 up to the city of Vilhena/RO and later on BR

364 up to the city of Porto Velho/RO. Arriving in Porto Velho, the soybean should take the Rio Madeira waterway up to the destiny Manaus Port/AM.

Northeast: For the minimization of the transport costs soybean for the macro-region Northeast, two routes were considered: **Route 2, average 1.802 km** (Northeast/MT- Port of São Luiz/MA) and **Route 3, average 1.758km** (Northeast/MT- Porto of Santos/SP). Route 2 follow through MT 170 up to the road junction of BR 364, next to the storehouses of the Amaggi Group and Bunge Aliments following until MT 246. In MT 246 highway following until it reaches the capital Cuiabá and from this point follow through BR 070 up to the city of Barra do Garça/MT, where will access the BR 158 highway, and must follow up to the city of Redenção/PA. In Redenção, it must follow by the BR 150 up to the city of Marabá/PA and then, by the interconnecting road BR 222 up to the Port of São Luiz/MA. Along the route, the carrier will face simple lane highways, often without roadside, with vertical and horizontal signaling very precarious, without mention the 140 kilometers of the BR158 that still are dirt flooring. Route 3, must follow by the MT 170 up to the road junction of BR364, next to the storehouses of the Amaggi Group and Bunge Aliment following up to MT 246, in this highway it must follow until it reaches the capital Cuiabá, from this point follow by the BR 365 up to Uberlândia/MG, from this last point follow up to the city of São Paulo by the BR 050 and later SP 330 and SP 150 until it reach the Port of Santos/SP.

Middle-North: To flow the production of the macro-region Middle-North the simulation suggested that the harvest were distributed to three distinct routes: **Route 4, average 2.303 kilometers** (Middle-North/MT-Port of Manaus/AM), **Route 5, average 1.578 kilometers** (Middle-North/MT-Port of Santarém/PA) and **Route 6, average 1.944 kilometers** (Middle-North/MT- Port of Santos/SP). The route 4 must follow through BR 163 up to the city of Nova Mutum/MT with access to MT 235 following up to the city of Porto Velho/RO. From Porto Velho following until Manaus/AM by the Rio Madeira waterway. Regarding the route 5, the production must follow by the BR 163 highway, in the North direction until it reaches Santarém/PA. Route 6 must follow by the BR 163 until the road junction with the city of Cuiabá/MT, from this point following by the BR 365 until Uberlândia/MG and, later, follow up to the city of São Paulo by the BR 050. Arriving in São Paulo should it follow by SP 330 and SP 150 until it reach the Port of Santos/ SP. The results referred to the route 6 agreed with the study of [2].

West: The soybean produced in the West region of Mato Grosso, according to the simulation can be redirect to three distinct routes: **Route 7, average 2.582 kilometers** (West/MT-Port of Rio Grande/RS), **Route 8, average 2.264 kilometers** (West/MT-Port of Paranaguá/PR) and **Route 9, average 2.066 kilometers** (West/MT-Port of Santos/SP). For the use of the route 7, it must follow by the BR 364 up to the city of Comodoro/MT) access the BR 174 following the city of Cáceres/MT and later access the BR 070 up to Serra de São Vicente. From this point enter on the BR 163 cross the state of Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Paraná, Santa Catarina until it reaches the city of Santa Maria/RS. From Santa Maria/RS, enter in the BR 392 and follow up to the Port of Rio Grande/RS. The route 8 suggests the harvest flows following by the BR 364 up to the city of Comodoro/Mt access the BR 174 following the city of Cáceres/MT and later access the BR 070 until the Serra de São Vicente, from this point enter on the BR 163 cross the state of Mato Grosso, Mato Grosso do Sul and follow up to the city of Cascavél/PR, where must access the BR 277 and follow up to the Port of Paranaguá/PR. The route 9 indicate the use of the BR 364 up to the city of Comodoro/MT and access the BR 174 following up to the city of Cáceres/MT and later access the BR 070 up to the Serra de São Vicente. From this point enter on the BR 163 up to the city of Rondonópolis/MT, and it must access the BR364 and follow up to São Simão/GO. In São Simão, it must access the BR 365 following up to Uberlândia/MG, later enter on the BR 050, and follow until the meeting point with the SP 330. After the city of São Paulo/SP access the SP 150 until it reaches the Port of Santos/SP. Considering the study of [2], the route 9 is the one with lower transport cost, after the investments in BR 163.

South-Central: For the flow production of the South-Central macro-region only one route was indicated, for the reduction of the transport costs: **Route 10, average 1.795 kilometers** (South-Central/MT-Port of Santos/SP). The use of the route 10 indicates follow by the BR 163 up to the road junction with the city of Cuiabá/MT, from this point follow by BR 364 until São Simão/GO, where it must follow by the BR 365 until Uberlândia/MG. In Uberlândia must follow up to the city of São Paulo by Br 050 and, later, SP 330 and SP 150 until it reaches the Port of Santos/SP.

Southeast: For harvest flow of the Southeast macro-region the simulation recommends the use of three alternative routes: **Route 11, average 1.888 kilometers** (Southeast/MT-Vitória/ES), **Route 12, average 1.353 kilometers** (Southeast/MT-Santos/SP) and **Route 13, average 1.693 kilometers** (Southeast/MT-São Francisco do Sul/SC). The route 11 will follow by the BR 070 until it reaches Rondonópolis/MT and access the BR 364 that will continue until the road junction with the BR 262, next to the city of

Frutal/MG. In this way, will cross the whole state of Minas Gerais until it reaches the Port of Vitória/ES. The route 12 follow through MT 130 until the road junction in Rondonópolis/MT in the BR 163. From this point following by the BR 364 until São Simão/GO and by the BR 365 until Uberlândia /MG, where will follow until the city of São Paulo by the BR 050. In São Paulo will follow by the SP 330 and SP 150 until it reaches the Port of Santos/SP. Using the route 13 it must follow by the MT 130 until the road junction in Rondonópolis/MT in the BR 163, remained in this highway until cross the whole state of Mato Grosso do Sul and it reaches in the city of Curitiba/PR and the BR 101 until the road junction with the BR 280 and follow up to the Port of São Francisco do Sul.

4 Conclusion

The precarious Brazilian infrastructure still don't allows a better distribution of the grains flow volume between modals hydro, road and railroader, forcing the companies to seek alternative routes to minimize the road freight, the main modal used in the soybean flow. It can be possible to conclude that the inclusion of routes containing waterways stretches, with the flow through the Port of Manaus/AM and Port of São Luiz/MA made possible the reduction of the transport costs of the macro-regions Northwest, Middle-North, and Northeast. The Port of Santarém/PA had a contribution to the reduction on the costs in the Middle-North macro-region. The Port of Santos/SP despite being at an average distance of 1.800 kilometers of the production areas still is the most important for the transportation of soybean from Mato Grosso, helping to reduce the costs of the macro-regions Middle-North, West, South-Central and Southeast.

References

1. Danao, M.C.; Zandonadi, R.S.; Gates, R.S.: Development of a grain-monitoring probe to measure temperature, relative humidity, carbon dioxide levels and logistical information during handling and transportation of soybeans. Computer and Electronics in Agriculture, 119, 74-82 (2015)
2. Resende, E.S.; Bonjour, S.C.M.; Figueiredo, A.M.R.: Análise de rotas alternativas de transporte: o caso da soja de Mato Grosso. Revista de Estudos Sociais, ano 9, 1 e 2, 99-124 (2007)
3. Jara-Díaz, S. R.; Basso, L. J.: Transport cost functions, network expansion. Transportation Research part E, Logistics and Transportation Review, 39, 4, 271–288 (2003)
4. Tardelli, B. L. S.: O escoamento da soja de Mato Grosso para exportação: uma analise de integração espacial de mercados e dos impactos da redução de custos de transporte. 2013. 58 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Economia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre (2013).
5. Instituto Mato Grossense de Econômica Agropecuária. Conhecimento em Conjuntura e estrutura do Agronegócio de Mato Grosso. Available: http://www.imea.com.br/upload/pdf/arquivos/2013_25_06_Apresentacao_MT.pdf. Accessed: Sept. 08, 2015.
6. AliceWeb, Sistema de Análise das Informações de Comércio Exterior. Consultas: Exportação por municípios. Disponível em: <http://aliceweb.mdic.gov.br//consulta-municipio/index/type/exportacaoMunicipios>. Acesso em: Oct./2015
7. INTELOG. Simulador de distâncias. Disponível em: <http://www.intelog.net/personal/simuladov2.asp>. Acesso em: Oct./2015
8. SECRETARIA DE ESTADO DE PLANEJAMENTO - SEPLAN. Caderno de Indicadores 2015: Indicadores da Gestão por Resultados do Estado de Mato Grosso. Cuiabá: SEPLAN, 2015
9. Smith, T.F., Waterman, M.S.: Identification of Common Molecular Subsequences. J. Mol. Biol. 147, 195--197 (1981)

4.4 Resultados (4º. Artigo)

Este artigo foi publicado nos anais do *Advances in Production Management Systems* (APMS) de 2016, que ocorreu entre os dias 3 e 7 de setembro de 2016 na cidade de Foz do Iguaçu (PR), Brasil.

Effects of the Logistics in the Volume of Soybean by Export Corridor of Mato Grosso

Rodrigo Carlo Toloi^{1,2()}, João Gilberto Mendes dos Reis¹,
Oduvaldo Vendrametto¹, Sivanilza Teixeira Machado^{1,3}, and Valdir Morales¹

¹ Paulista University, São Paulo, Brazil

² Federal Institute of Mato Grosso Campus Rondonópolis, Rondonópolis, Brazil
rodrigo.toloi@roo.ifmt.edu.br

³ Federal Institute of São Paulo Campus Suzano, Suzano, Brazil

Abstract. Brazil is one of the biggest producer and exporter of soybean. Its production is basically divided among six main players which Mato Grosso alone responds for 29,3% of total production of the country. The aim of this paper is to investigate the relation between logistics factors and the volume of soybean transported by corridors of exportation. To this end, we develop a multi-linear regression model and tested using data of Mato Grosso state. The results show that low transportation costs per ton, port capacity and increase soybean volume in the corridor of exportation.

Keywords: Transportation cost · Soybean exportation · Multi-linear regression model · SPSS · Brazil

1 Introduction

Brazil is responsible for approximately 40% of the world soybean production [1]. Its production is divided into six main states: Mato Grosso (29,3%), Paraná (18%), Rio Grande do Sul (15,4%), Goiás (9,2), Mato Grosso do Sul (7,4%), and Bahia (4,5%). Mato Grosso is located in the midwest region and it is responsible itself for 27,87 millions of tons of soybean grain [2]. However, despite the excellent productivity of the State and the huge market for Brazil's soybean, the logistics can be considered a challenge for whole supply chain due to their costs [3].

The country has demonstrated logistical shortcomings in its handling of soybean trade, marketing fragility to ensure the efficiency of this export system [4]. Brazil's infrastructure is creaking under the country's rapid economic growth, presenting difficulties for importers and exporters [5]. Transport soybeans overland in Brazil may be up to three times more expensive than in the United States [5, 6].

Soybean is a commodity and has its price established internationally, therefore, the producers don't have its price control. Thus, to become competitive, the soybean supply chains needs to be capable of manage effectively the move costs [7].

In this context, the aim of this paper is to investigate how logistics factors such as time travel, transportation costs, and port capacity can influence in the volume of soybean exportations by route. To this end, a multi-linear regression was performed using exportation data and costs of the Mato Grosso state.

The paper is organized as follows. After this Introduction, the section two shows the methodology, section three the results, section four the discussion, and finally section five the main conclusions of the work.

2 Methodology

To understand the influence of the logistics in soybean exportations, we choose Mato Grosso state in Brazil for three reasons: (i) Brazil is top three in production and exportation of soybean; (ii) Mato Grosso state is the major producer and exporter of the country; (iii) The large availability of data to conduct the study.

Mato Grosso export soybean for the follow ports: Aracaju (Sergipe), Bacarena (Pará), Ilhéus (Bahia), Imbituba (Santa Catarina), Manaus(Amazon), Paranaguá (Paraná), Rio Grande (Rio Grande do Sul), Salvador (Bahia), Santarém (Pará), Santos (São Paulo), São Francisco do Sul (Santa Catarina), São Luiz(Maranhão), and Vitória (Espírito Santo). In a previous study, we could analyse the volume to route and use to operational research to propose improvements in soybean exportation corridors of Mato Grosso state [8]. Now, we are trying to comprehend why these current routes are used to move Mato Grosso soybean to exportation.

In this analysis, we opted to use logistics factors related to soybean movement in the transport corridors of Mato Grosso. Therefore, we choose transportation costs per ton, transportation costs by total volume, port capacity to move soybean, and time travel.

This is an exploratory study and by now we used some variables with data available. However, we believe that does not affect the final conclusions because is a preliminary study and other kinds of variables will be used in the future such as modal of transports available, storage systems, road quality and so on.

To test the hypothesis that the logistics have effect in the volume of soybean per route in Mato Grosso, we used the multi-linear regression analysis [9]. The model was created considering the variables showed in the Eq. (1).

$$X_{ijt} = \alpha + \beta_1 TT_{ij} + \beta_2 CUT_{ij} + \beta_3 CAP_j + \beta_4 CTT_{ijt} \quad (1)$$

Where,

- X_{ijt} is the dependent variable that represents volume of soybean transported between Mato Grosso (i) and a specific port (j) per year (t) between 2005 and 2015;
- TT_{ij} is the independent variable that corresponds to time travel between Mato Grosso (i) and specific Brazilian port among the indicate above (j);
- CUT_{ij} is the independent variable that corresponds to cost of transport per ton in Brazilian monetary;

- CAP_j is the independent variable that corresponds to port capacity;
- CTT_{ijt} is the independent variable that corresponds to the total cost of transportation to move soybean grain between Mato Grosso (i) and a specific port (j) in a year (t).

2.1 Sample

The sample considered in this study were 129 movements of soybean grains between Mato Grosso state and its main ports of exportation during the period from 2005 to 2015.

In our study, we exclude 57 moves because of volume was under 5.000 tons. However, the other 72 transactions corresponding to 99,98% of soybean volume. The source of data can be seen in Table 1

Table 1. Data source

| Data | Source |
|--|--|
| Volume of transportation between Mato Grosso state and Brazilian ports during 2005–2015 period (X_{ijt}) | Aliceweb (Brazilian Government Information System of trades) http://aliceweb.desenvolvimento.gov.br/ |
| Time Travel between Mato Grosso and Brazilian ports (TT) | Mapeia (the site for calculation of distances and time spent on routes) http://www.mapeia.com.br |
| Unit Cost Transportation in Brazilian reais per ton between Mato Grosso state and Brazilian ports (CUT) | Research applied with logistic carriers in city Rondonopolis, MT Brazil |
| Port capacity in ton for soybean grain (CAP_j) | Aliceweb (Brazilian Government Information System of trades) http://aliceweb.desenvolvimento.gov.br/ |
| Cost total of transport between Mato Grosso and Brazilian ports (CTT_{ijt}) | Volume versus CUT_{ij} |

2.2 Regression Analysis

The regression analysis it is a statistic technique to model and investigate the relation between some variables. One of the regression analysis is to establish a relation that allows predicting one or more variables in terms of others. The study data were processed using the IBM[®] SPSS[®] version 22 Software. The SPSS – Statistical Package for the Social Science is a statistic and data software that analyze and offer advanced techniques easily and intuitively to help and get a better efficiency minimizing the risks concerned to statistic and handling from the data.

3 Results

In order to verify the relation between the variables studied we start summarizing the descriptive statistics (Table 2).

Table 2. Descriptive statistics.

| V | N | Minimum | Maximum | Average | Std. dev. |
|-----|----|--------------|---------------|---------------|---------------|
| TT | 72 | 26.01 h | 34.03 h | 30.02 h | 2.67 h |
| CUT | 72 | \$ 61.58 ton | \$ 77.03 ton | \$ 69.30 ton | \$ 5.15 ton |
| X | 72 | 9,681 ton | 7,199,622 ton | 3,599,815 ton | 2,399,871 ton |
| CAP | 72 | 9,754 ton | 384,583 ton | 197,168 ton | 124,943 ton |
| CTT | 72 | \$ 0.74* | \$ 443.32* | \$ 222.03* | \$ 147.53* |

*Million dollars

In relation to the transport time (TT), they have spent an average to the transport of soybean, 30,02 h [7]. The transport cost per ton (CUT), was defined a medium amount of US\$ 69.30 per ton. As the transport time as well as the transport costs per ton can be considered high when compared with the main Brazilian competitor which is the United States that has a cost over 43% less on internal transport and three days less in travel time [6, 10].

The port capacity showed a striking difference between the minimum values (9.754 ton) and a maximum of (384.583 ton). It may indicate that there is filler concentration in some ports. The port capacity (CAP) was 197.168 ton. The variable cost total transport (CTT) it has a standard deviation cost of US\$ 147.53 million with a media value of US\$ 222.03 million, that confirms that the value movement transport in different volumes between ports. Santos and Paranguá ports are responsible together for to transport 45,3% of Brazil's soybean exportation and 66,22% of Mato Grosso soybean [11].

The variables were inserted in the multi-linear regression model using the Stepwise method, to verify which variables could be considered important. The importance of all variables to the Study Model it is resumed on Table 3.

Table 3. Model result

| Model | Estimate | Std. error | t | Sig. |
|-----------------------|------------|-------------|------------|------|
| (Constant) | 708,302.90 | 135,509.440 | 5.230,000 | |
| CTT | 0.004 | 0.000 | 88.710,000 | |
| CTU (US\$/metric ton) | 832.30 | 139.20 | -5.980,000 | |
| CAP | 0.468 | 0.170 | 2.830,006 | |

a. Variable Dependent: Volume (metric ton)

Observing the significance, it is shown that the volume of soybean transported per route can be explained by the behavior of the variables, Transport Cost per ton and Port Capacity ($p < 0,05$). We conclude that the initial model can be adjusted Eq. (2).

$$X_{ijt} = \alpha - \beta_1 CUT_{ij} + \beta_2 CAP_j + \beta_3 CTT_{ijt} \quad (2)$$

That replaces the coefficient values has the following relation (Eq. 3).

$$X_{ijt} = 708,302.9 - 832.30CUT + 0.468CAP + 0.004CTT \quad (3)$$

The independent variables CAP and CTT show a positive coefficient, in other words, they influence positively the transport volume. When the capacity of port increase, it can provokes effect in load flow in the route. However, the CTT presented low influence (0.004), therefore, is not possible conclude its effect in corridor use. Note that has a higher difference between volume per route and this may affect the result (Table 2).

The most important independent variable in our study was CUT. This variable confirms the operational practice from routes with major load volume, where the low price of transportation per ton increase volume (negative signal).

However, it is important to realize that the inverse may occur, where the high volume reduce the freight prices, but this situation needs to confirm statistically in further studies.

The validation of this model and their results can be estimated based on values measure R, that can be visualized on Table 4.

Table 4. Model summary

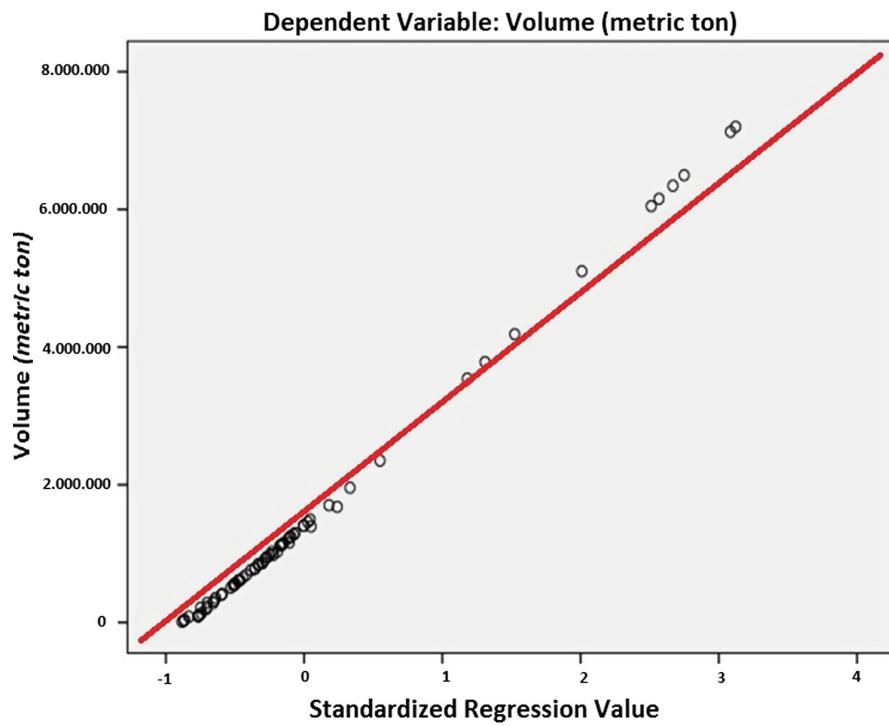
| Model | R | R square | Adj. R square | Std. error | Durbin-Watson |
|-------|--------|----------|---------------|------------|---------------|
| 1 | 0,999a | 0,999 | 0,999 | 65.939,23 | 0,448 |

- a. Predictors: (Constant), Total Cost of Transportation, Transport Unit Cost (US/ton), Port Capacity.
b. Dependent Variable: Volume (ton).

Note that R represented the positive value 0,999, thus, the adjustment got close to 1, therefore, the difference is justify through the estimated mistake. In this dependente model the transport and all the variables, independent it was the transport total cost, unitary transport cost, unitary total transport cost, unitary total transport cost from the Port. The proposed *R* model explains the dependent variables volume (ton) around 99,9% from all the cases as shown the value R^2 (0,999). Lastly, to observe if the equation is right (2), Fig. 1 describes the relation between independent and dependente as the linear multi-linear regression model.

Note that R represented the positive value 0,999. The proposed *R* model explains the dependent variables volume (ton) around 99,9% from all the cases as shown the value R^2 (0,999). Lastly, to observe that Eq. 2 can be confirmed (2).

Figure 1 describes the relation between independent and dependent in the multi-linear regression model.

**Fig. 1.** Scatter chart

4 Discussion

Considering these results, some discussion can be made to understand the Brazilian reality:

- **Logistical Deficit:** Brazil needs improve logistical infrastructure such as storage, rivers infrastructure, modal with higher capacity of transportation. The Agricultural Department of United States suggests the logistical deficit in Brazil is the obstacle to the development of Brazilian agroindustrial sector [12].
- **Transporte Cost:** The soybean transport costs can achieve around 25% from the product value [12]. The obstacle is the excess of roadways with less load capacity and major costs of transportation per ton versus kilometers. The roadway model still shows a big amount of obstacles that goes such the low capacity and fleet density, bad conservation in high levels of accidents frequently lost os grains during transport [12,13]. The Transport Cost in the United States is average 30 dollars while in Brazil is about 70, mainly Because of use of railroad and Waterway transports [10].
- **Port Capacity:** Brazil has only two ports with a major capacity to the grains flow. They are Paranaguá and Santos. These two ports have main routes to flow the major quantity of freight which makes have been used intensively. It raises a bottleneck in loading and unloading and retention value. Thus, can be defined as bottlenecks and less availability to storage [14]. Besides a great

traffic such as on the ground and in the sea: truck rows that stay in ports to upload and the time that the big ships. The results of this problem are long rows, delays, shipments, and losses. The demand is about 30% major than the offer. The greatest demand should the rent ships increase, which increase the freight costs [15]. Lastly, The Brazilian Port system floodgate two realities: the private terminal and the public dock. The private terminal has gains of productiveness, consequently in a better management, which made possible make equipment modernization and movimentation process from the loads. The situation on the public dock is really the opposite with obsolescence and bad use of facilities and equipment, which commits the competitiveness in the soybean chain [16].

5 Conclusions

The soybean is responsible for a large movement and foreign exchange for the country. However, as soybean is low value added product is necessary to optimize process and reduce costs. Considering that the growth of the soybean culture is migrating into the country is essential improved logistics infrastructure, given that the distance between the growers and ports can exceed easily two thousand kilometers.

This study used a multi-linear regression model to analyze the behavior soybean volume in relation to logistics variables. We could confirm that low transportation costs and port capacity can increase of soybean volume by route and vice versa.

References

1. United States Department of Agriculture: Oilseed: World Market and Trade. Technical report, United States Department of Agriculture, EUA (2016)
2. Ministry of Agriculture, Livestock and Food Supply: Projections of Agribusiness: Brazil 2014/15 to 2024/25: Long Term Projections. MAPA, Brasília (2015)
3. Bustos, P., Garber, G., Ponticelli, J.: Capital allocation across sectors: evidence from boom in agriculture. Working paper series, Banco Central do Brasil, Brasília (2016)
4. Reis, S.A., Leal, J.E.: A deterministic mathematical model to support temporal and spatial decisions of the soybean supply chain. *J. Transp. Geogr.* **43**, 48–58 (2015)
5. Pearson, S.: Infrastructure: poor logistics present a problem for partnership. *Financial Times* (2011)
6. Salin, D.: Soybean transportation guide: Brazil 2014. FAS/USDA (2015)
7. Gonçalves, D.N.S., de Moraes Gonçalves, C., de Assis, T.F., da Silva, M.A.: Analysis of the difference between the Euclidean distance and the actual road distance in Brazil. *Transp. Res. Procedia* **3**, 876–885 (2014)
8. Toloi, R.C., Reis, J., Vendrametto, O., Machado, S., Rodrigues, E.: How to improve the logistics issues during crop soybean in Mato Grosso State Brazil?. In: ILS 2016: Building a Resilient Future, vol. 1, pp. 1–7. ILS, Bordeaux (2016)

9. Asadi, S., Amiri, S.S., Mottahedi, M.: On the development of multi-linear regression analysis to assess energy consumption in the early stages of building design. *Energy Build.* **85**, 246–255 (2014)
10. Reis, J.G.M., Vendrametto, O., Naas, I.D.A., Costabile, L.T., Machado, S.T.: Avaliação das Estratégias de Comercialização do Milho em MS Aplicando o Analytic Hierarchy Process (AHP). *Rev. Econ. Sociol. Rural* **54**(01), 131–146 (2016)
11. Ministério Desenvolvimento Indústria e Comércio (2016). <http://aliceweb.mdic.gov.br//consulta-ncm/consultar>
12. United States Department of Agriculture: World Agricultural Supply and Demand Estimates, vol. 550. United States Department of Agriculture, Washington (2016)
13. Kussano, M.R., Batalha, M.O.: Custos Logísticos Agroindustriais: Avaliação do Escoamento da Soja em Grão do Mato Grosso para o Mercado Externo. *Gestão Produção* **19**, 619–632 (2012)
14. Instituto Mato-grossense de Economia Agropecuária: Entendendo o Mercado da Soja. Technical report, Instituto Mato-grossense de Economia Agropecuária, CuiabáMT (2015)
15. Pontes, H.L.J., Carmo, B.B.T., Porto, A.J.V.: Problemas Logísticos na Exportação Brasileira da Soja em Grão. *Rev. Eletrôn. Sist. Gestão* **4**(2), 155–181 (2009)
16. Filardo, M.L.R., Ilario, A.A., da Silva, G.D., de Carvalho, M.A.: A Logística da Exportação de Soja do Estado de Mato Grosso para o Porto de Santos. *Rev. Econ. Mackenzie* **3**(3), 35–52 (2005)

4.5 Resultados (5º. Artigo)

O artigo encontra-se em fase de submissão e será enviado ao *Journal Land Use Policy*.

1

2

3 **Managing Decision in Agricultural Production: An Approach to the**
4 **Brazilian Soybean Production using Analytic Hierarchy Process**

5 **Abstract**

6 Soybean is one of the main components of human diet and animal feed owing
7 to its large vegetable protein content. Brazil is the world's largest exporter of
8 soybean; however, little is known about the factors that influence the production
9 of soybean in the country. The objective of this study is to analyze the factors
10 that influence the decision of Brazilian farmers to produce soybean. For this
11 purpose, a multicriteria decision model was created using the analytic hierarchy
12 process (AHP) to analyze the opinion of 21 farmers from Mato Grosso, the
13 Brazilian state with the largest soybean production, and 19 experts. The results
14 indicate that soybean crops are considered more important than corn and other
15 crops (0.696 and 0.717) and that the decision is basically related to rural
16 production factors (0.644 and 0.696).

17

18 **Keywords:** Agribusiness, Mato Grosso, Logistics Issues, Multicriteria Decision,
19 Expert Choice

20

21 **1. Introduction**

22 Food production is considered one of the great challenges that remain to be
23 resolved in the following years. The world population is expected to reach 8.5
24 billion by 2030, according to the Population Division of the United Nations
25 Department of Economic and Social Affairs (2017), which predicts the global
26 commodity market to grow worldwide.

27 One of the primary global commodities is soybean; Brazil has the highest
28 growth in crop area, production volume, and international trade share of
29 soybean. Currently, Brazil is the world's largest exporter of soybeans [CONAB -
30 National Supply Agency (2018a); Foreign Agriculture Service - FAS (2018)].

31 The Brazilian 2017/2018 harvest accounted for 119.5 million tons, of which 76.7
32 million were produced for export, covering 35.10 million hectares (FAS, 2018).
33 For this reason, Brazil is considered one of the largest food producers at the
34 global level (CONTINI; MARTHA, 2010). However, Reis et al. (2016) report that
35 soybean production faces enormous challenges, including scarcity of
36 transportation logistics and storage capacity (LIPINSKI et al., 2013; OLIVEIRA
37 et al., 2016); long distances between the production areas and the ports used
38 for export (OLIVEIRA NETO et al., 2015; REIS et al., 2016); the strong
39 dependence on imported fertilizers (TEIXEIRA; FARIA; ZAVALA, 2013; VAN
40 TONGEREN et al., 2014; RAUCCI et al., 2015; ANDA, 2017), environmental,
41 social, and economic impacts on food production (ZHU; SARKIS, 2004;
42 CAVALETTI; ORTEGA, 2009; SOARES, 2016; TOLOI et al., 2018), and broad
43 land use to increase the production (ARVOR et al., 2010; CONAB, 2018a).
44 All these challenges are related to the decisions that have to be made by
45 producers and trading companies regarding soybean planting, marketing, and
46 distribution to buyers. Therefore, the decision-making process in agricultural
47 activity should consider information regarding the value chain—the upstream,
48 internal, and downstream chains—given that, after sowing, it is impossible to
49 interrupt the production process without incurring losses (OLIVEIRA; PEREIRA,
50 2009).
51 In the case of soybean producers, decisions are commonly made according to
52 their perception of risk, available resources, perceived capacity, and external
53 support (SINGH; DORWARD; OSBAHR, 2016). Agricultural decisions are made
54 considering the pressure from multiple variables that are directly and indirectly
55 related to soybean production, such as the adoption of technologies (RUPNIK

56 et al., 2018), economic and political aspects at the local and global levels
57 (CELIO et al., 2014; PUCHALSKY et al., 2018), production volumes
58 (GOLDSMITH, 2008), production systems (FOUNTAS et al., 2006), climate,
59 selection of suppliers (ARVOR et al., 2010; FAMIYEH; KWARTENG, 2018),
60 availability of inputs (ANDA, 2017), and available logistics (REIS; LEAL, 2015).

61 Considering the number of variables that influence the behavior of the soybean
62 complex, decision making is a core issue in agricultural management
63 (FOUNTAS et al., 2006). However, are decisions effectively made as presented
64 in the literature? Do Brazilian soybean producers actually make decisions
65 based on these factors?

66 In view of these issues, this study aims to analyze how the factors of
67 production, logistics, and marketing influence the decision of soybean
68 producers, more specifically in Mato Grosso, the Brazilian state with the largest
69 soybean production.

70 For this purpose, a decision tree was created using the analytic hierarchy
71 process (AHP) methodology (Saaty, 1980), which includes hierarchizing a set of
72 variables based on weighted criteria to allow a better decision-making process.
73 Therefore, if the producer analyzes the various factors that influence production,
74 he or she will be able to make better decisions.

75 This study is organized in eight sections. After this introduction, section 2
76 presents the study theme. In section 3, the decision-making process for rural
77 properties is contextualized. Section 4 describes the method of data analysis.
78 Section 5 describes the methodological steps that have been followed to
79 explain how the study was developed. Section 6 shows the results and the

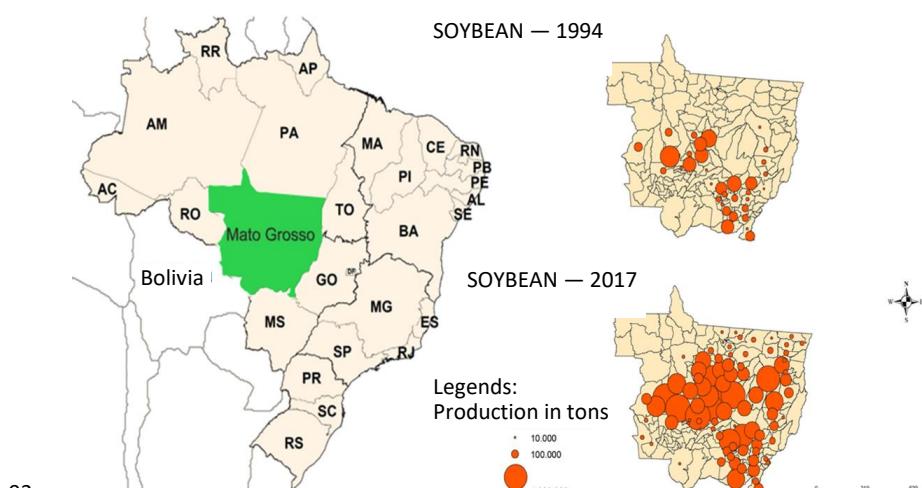
80 respective analysis. Finally, section 7 presents the final considerations,
81 including study limitations and suggestions for future studies.

82

83 **2. Mato Grosso**

84 The State of Mato Grosso is located in the Central-West region of Brazil, in the
85 southern part of the South American continent (latitude 13° S and longitude 56°
86 W). It encompasses 903,366.192 km² and its neighboring states are Pará and
87 Amazonas to the north, Mato Grosso do Sul to the south, Goiás and Tocantins
88 to the east, and Rondônia to the west. The Andean nation of Bolivia is also
89 located to the west, as illustrated in Figure 1 (State Secretariat of Planning—
90 SEPLAN, 2013).

91



92
93
94 **Figure 1:** Study area and evolution of production volume 1994–2017.
95 Source: Adapted from (LIMA; PENNA, 2016; CONAB, 2018a).

96

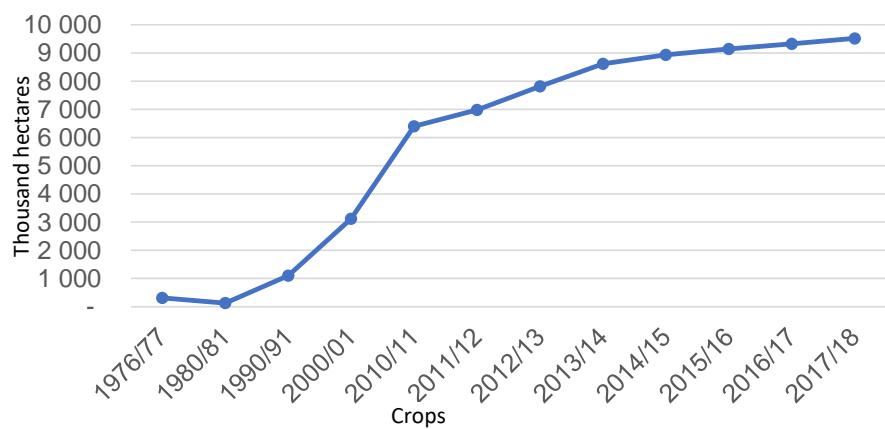
97 The main production activities in Mato Grosso are linked with agribusiness, with
98 primary activities related to agriculture and livestock. According to the Mato

99 Grosso Institute for Agricultural Economics—IMEA (2014), the state has 200
100 million hectares available for agricultural production and 11 million hectares for
101 livestock.

102 Mato Grosso is one of the main producers of soybean in Brazil. In the
103 2017/2018 harvest, it accounted for 28.3% of the entire area used for soybean
104 production in the country, producing 32.3 million tons, equivalent to 27.08% of
105 the national production (CONAB, 2018).

106 Since the introduction of soybean in Mato Grosso, the crop area has always
107 increased, particularly owing to the wide availability and low cost of land
108 (GOLDSMITH; HIRSCH, 2006), Figure 2.

109



110
111 **Figure 2:** Expansion of soybean crop area in the State of Mato Grosso between
112 1976 and 2017.

113 Source: Adapted from (CONAB, 2018a).

114

115 Arvor et al. (2010) also reported that the expansion illustrated in Figure 2 was a
116 consequence of the adoption of public policies, financing of agroindustrial

117 projects, wood logging, and trading companies that started operating in the

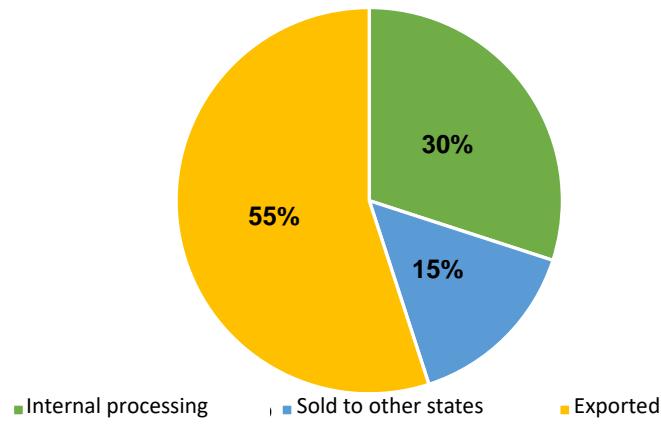
118 area.

119 Of the soybean production in Mato Grosso, 30% is used in the production of

120 soybean oil and meal within the state, whereas 15% is sold to other Brazilian

121 states, and 55% is exported, according to Figure 3 (IMEA, 2014; MDIC, 2018).

122



123
124 **Figure 3—Use of soybean produced in Mato Grosso.**

125 Source: Adapted from IMEA, 2014, MDIC, 2018.

126 Figure 3 shows that exports remain the primary market for soybean producers,

127 reflecting the role of trading companies in buying soybean from producing

128 countries and reselling it to the world market, thereby promoting an extremely

129 globalized chain. Land costs and climate may be factors that help concentrate

130 soybean production in a few countries.

131

132 **3. Soybean decision making**

133 Because of the complexity of agribusiness, farmers often make decisions based

134 only on personal intellect, intuition, and expectation of favorable scenarios for

135 their activity. However, this guidance is useful only to create ideas and foresee
136 scenarios (FOUNTAS et al., 2006).

137 Decision-making is a core question in the management of soybean production.
138 Soybean farmers have to systematically think about their needs and consider
139 the entire chain to identify the critical information that will help them make a
140 decision.

141 Soybean production has unique attributes that makes it a complex business.
142 Decision-making process should be fast, and any change to a decision already
143 made about technological and productive operations, management of
144 production quality, distribution and use of physical, financial, and environmental
145 resources (due to the biological character of the agricultural production activity)
146 can lead to great losses (KURLAVIČIUS, 2009).

147 A decision made by the producer based on empirical grounds that expects
148 positive results still involves strong uncertainties. Cognition and intention based
149 on experience, sociocultural influences, and beliefs are not enough for proper
150 planning; market globalization, world inventory prices, environmental
151 preservation, and pressure for food production, among other factors should also
152 be considered. Production is not an isolated act, it is a part of a network that
153 starts with the decision to plant and ends with the consumption of the crop in
154 the form of several final products (SINGH; DORWARD; OSBAHR, 2016).

155 In this complex scenario, making decisions regarding soybean production is still
156 a new process, particularly in the Central-West region of Brazil. It is a poorly
157 understood adaptive process. Studies have been conducted to provide a better
158 understanding of the decision-making process in the field of extensive farming.

159 Singh; Dorward; Osbahr (2016) pointed out that some traditional approaches to
160 understanding a soybean producer's decision making and behavior were
161 developed on a simplified and biased view, either an economic bias (where man
162 was a rational individual that acts to maximize profit) or an anthropological bias
163 (agricultural choices seen as responsive to the decision-making environment).
164 Thus, the decisions of farmers have been analyzed through specific theories,
165 such as planned behavior, limited rationality, and innovation and adoption of
166 agricultural systems (ROSE et al., 2016; RUPNIK et al., 2018).
167 Decision making is a complicated process to summarize in a concept, and its
168 structure requires a logical and objective consideration of all decisive factors
169 involved, which are usually obscure, qualitative, intangible, inexpressible, and
170 subjective, making quantification difficult. Thus, to help understand the decision-
171 making process of the soybean producers in Mato Grosso, this study used the
172 AHP, which is discussed below.

173

174 **4. Analytic Hierarchy Process**

175 The AHP was developed by Professor Thomas L. Saaty in the 1970s (SAATY,
176 1980, 2008). It basically seeks to divide the problem related to decision-making
177 into various hierarchical levels. The highest level is focused on the problem to
178 be solved and the intermediate levels are focused on the factors that influence
179 the decision. Alternatives to the decision are at the lowest level. This way the
180 elements of this hierarchical process are compared with each other (SAATY,
181 1980; OLIVEIRA NETO et al., 2015).

182 For this comparison, Saaty (2008) proposed an absolute scale to compare the
183 criteria, comparing the first with the second and determining how much more or

184 less important it is in relation to the second. The author suggests the use of a
185 scale from 1 to 9, defining values for each of the odd indices, and for
186 intermediate situations, even values of 2 to 8, as described in Table 1.

187

188 **Table 1.** Relative scale for paired comparison

| Intensity of importance | | Description |
|-------------------------|---|--|
| Equal importance | 1 | Both activities equally contribute to the objective. |
| Moderate importance | 3 | Weak or slight importance over another – Experience and judgment slightly favor one activity over another. |
| Strong importance | 5 | Greater or more essential importance when compared with another – Experience and judgment strongly favor one activity over another. |
| Very strong importance | 7 | Very high or demonstrated importance – An activity is favored very strongly over another, its dominance is demonstrated in practice. |
| Extreme importance | 9 | Extremely high importance – The evidence favors one activity over another with the highest level of certainty. |

189 Source: Adapted from (SAATY, 2008; GRANEMANN; FIGUEIREDO, 2013).

190

191 Once the AHP model is constructed, the influence of all factors identified is
192 determined by comparing two factors together in pairs and by comparing
193 specific criteria and subcriteria.

194 In this sense, the matrix involves evaluating each alternative in relation to the
195 decision criteria. The matrix comprises n criteria and m alternatives
196 (GRANEMANN; FIGUEIREDO, 2013), as illustrated in equation (1).

197

198
$$A = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & 1 \end{bmatrix} \quad (1)$$

199

200 After the comparison in pairs, the inconsistency of the judgment of decision
201 makers is measured (SAATY, 2008). Equation (2) shows the inconsistency
202 index.

203

204
$$IC = \frac{\lambda_{\max} - n}{n-1} \quad (2),$$

205

206 where

207 λ_{\max} – n = maximum eigenvalue;

208 n = matrix dimension.

209

210 The maximum inconsistency allowed to ensure reliability in the decision is $CI <$
211 0.1. Above this level, the comparisons should be adjusted before moving on to
212 the analysis of criteria.

213 Thus, the consistency ratio, according to Granemann and Figueiredo (2013),
214 can be obtained using the following equation (3):

215

216
$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (3)$$

217

218 Where:

219 CR is the consistency ratio of the answers from decision makers;

220 CI is the consistency index; and

221 RI is the random index calculated for square matrices of order n by the

222 Oak Ridge National Laboratory, in the United States, being 1 = 0.00; 2 =

223 0.0; 3 = 0.58; 4 = 0.90; 5 = 1.12; 6 = 1.24; and 7 = 1.32 (SAATY, 2008;

224 GRANEMANN; FIGUEIREDO, 2013).

225

226 Once the calculations have been made and acceptable limit of inconsistencies
227 has been set, for the purpose of determining the weights for each group of
228 criteria, subcriteria, and alternative, the answers from the producers must be
229 compared between the preferred scenario and least recommended scenario.

230 In this context, when using the AHP for group decision making, it is
231 recommended that after collecting data of individual weights, the arithmetic
232 mean values should be calculated as if they were a single value to prevent
233 inconsistencies in the model.

234

235 **5. Methodology**

236 A two-stage methodology was used to achieve the objective of this study. The
237 AHP was structured in the first stage, when possible decision-making factors
238 were determined for soybean farmers in Mato Grosso. In the second stage,
239 farmers and experts responsible for making decisions about soybean
240 production were identified. Specifically, producers and experts were contacted
241 and invited to participate in this study.

242

243 **5.1 Decision model**

244 The first step to build the decision model using the AHP was to clearly define
245 the objective, so that the model would help in investigating factors which
246 influence the decision of soybean producers regarding the productive,
247 commercial, and logistic aspects of the reality of the situation in Mato Grosso.

248 The second step was to determine and categorize the criteria and subcriteria;
249 however, this activity was possible only after extensively reviewing the literature
250 on the productive, commercial, and logistic factors that influence the decision-
251 making process of soybean farmers in Mato Grosso (Table 2).

252

253

254 **Table 2.** Literature review to define the factors of the AHP model.

| Criteria | Factors | Author |
|----------------|------------------------|--|
| Production (P) | Soil quality | Carauta et al. (2017); Yost et al. (2017), Congreves et al. (2015), Choudhary et al. (2018), Santos et al. (2008); Lacerda et al. (2015); |
| | Climate | Arvor et al. (2010), Féres; Reis; Speranza, (2011), Pires et al. (2016); |
| | Cost of inputs | Celio et al. (2014), Garrett; Lambin; Naylor (2013), Singh; Dorward; Osbahr (2016), Goldsmith (2008) |
| Logistics (L) | Agricultural financing | IMEA (2017), Goldsmith (2008), |
| | Storage | Arvor et al. (2010); Vieira; Dalchiarion (2018); Maia et al. (2013); |
| Marketing (M) | Transportation | Kussano; Batalha (2012), Martins et al. (2005), Oliveira Neto et al. (2015); Oliveira et al. (2016), Garrett; Lambin; Naylor (2013); Goldsmith (2008). |
| | Reliability | Fountas Et Al. (2006), Singh; Dorward; Osbahr (2016); Turzi (2011), IMEA (2017), Silva; Lapo (2012), Kunitake; Mota (2016), |
| | Price | Singh; Dorward; Osbahr (2016), Oliveira; Pereira (2009), Gonçalves et al. (2014), Goldsmith (2008), |
| | Negotiation | Coelho (2000); Dias (2008), Colsera; Henz (2000). |

255

256

257 The model has three factors related to the following criteria: marketing, logistics,
258 and rural production factors. Marketing factors include aspects associated with
259 reliability policy, price, and negotiation that involve the purchase of inputs,
260 materials, and machinery required for planting. They also include the same
261 aspects regarding soybean buyers. Logistic factors refer to the transportation
262 and storage of inputs, materials, and machinery used in production and
263 harvesting, and the short- and long-distance transportation and storage of
264 harvested soybeans. Rural production factors refer to aspects directly related to
265 the production activity that influence soybean quality, productivity, and
266 production cost.

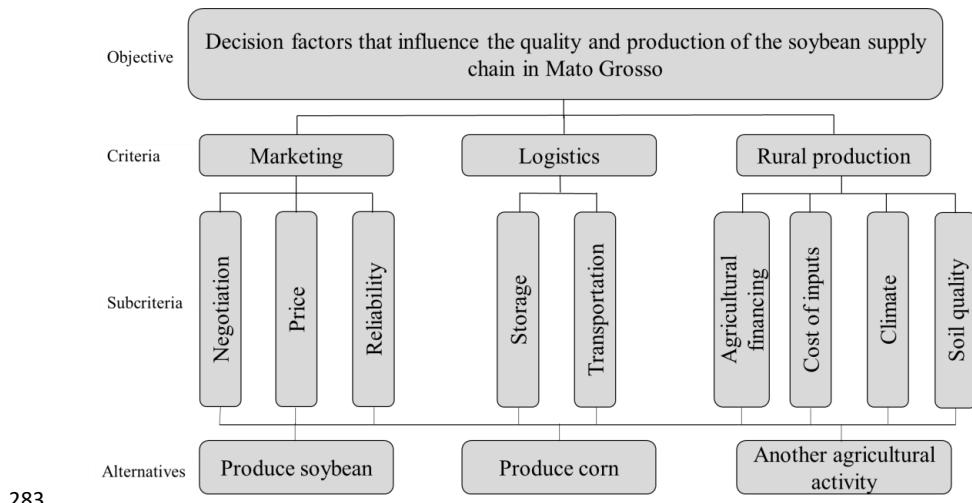
267 Each group of criteria above had subcriteria that influenced the decision of
268 soybean producers. The marketing group of criteria had the following
269 subcriteria: price, negotiation, and reliability. The logistics group of criteria had
270 storage and transportation as subcriteria, and the rural production criteria had
271 the following subcriteria: agricultural financing, climate, soil quality, and cost of
272 inputs.

273 In addition to the criteria and subcriteria, alternatives were created which the
274 producer, the expert or both could select according to their best choice for the
275 proposed scenarios.

276 The available alternatives included using the efforts and available resources to
277 produce soybean, produce corn, or another agricultural activity (other than
278 producing corn and soybean).

279 To validate the model, a pre-test was conducted with two producers and four
280 experts related to soybean production, marketing, and logistics. Figure 4 shows
281 the final decision tree of the model after the pre-test.

282



283

284 **Figure 4.** Hierarchical decision model for soybean production in Mato Grosso.

285

286

287 **5.2 Data sampling**

288 In order to sample producers and experts responsible for decision-making in
289 soybean production, this study used data on the number of soybean-producing
290 properties in the State of Mato Grosso, obtained from the Agricultural Census of
291 the Brazilian Institute of Geography and Statistics—IBGE (2012).

292 According to IBGE (2012), the State of Mato Grosso has 3,761 soybean-
293 producing properties, which together cover 9.51 million hectares and produce
294 32.30 million tons of soybean.

295 Factors such as long distances, remote locations, and owners that are often not
296 at the production farms made a study based on statistical sampling unfeasible.
297 Thus, this study chose to access as many properties as possible throughout the
298 state. Although the sample was not statistically significant, the results would

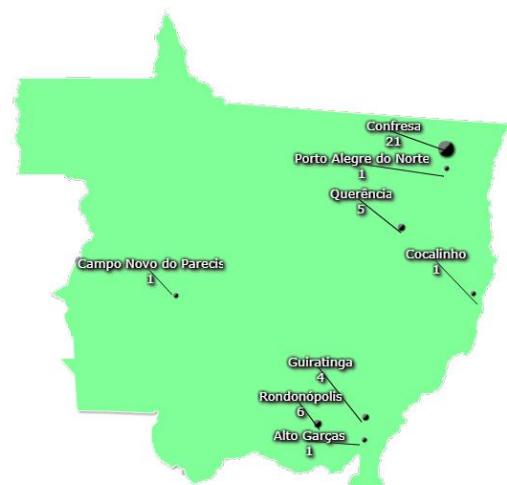
299 allow the development of an exploratory study to understand how the decision
300 process underlying planting occurred among the producers.

301 Data collection was conducted in two stages. In the first stage, an electronic
302 questionnaire was developed using the Google Forms tool, and the link was
303 sent by email to 70 experts who had experience in the field of soybean
304 production, and were linked to the financial sector, supply of inputs, research,
305 marketing, and field technical support, as well as consolidated producers;
306 however, only 6 questionnaires were answered, which reinforced the need to
307 conduct the second stage of data collection.

308 In the second stage, a field survey was conducted, in which rural properties and
309 offices of experts in 8 soybean-producing municipalities were visited (Figure 5).

310 In total 4,360 km were covered, 640 km of which on unpaved highways.

311



312

313 **Figure 5.** Municipalities visited for data collection.

314

315 In total, 81 experts (experts with experience similar to that of those in first stage)
316 were personally contacted in the second stage, 40 of whom accepted to answer
317 the questionnaire.

318 The low adherence to returning of the questionnaire may be a consequence of
319 the final phase of corn harvest, purchase of inputs, or machinery maintenance
320 and preparation for the beginning of the next production cycle (soybean
321 preparation and planting). However, it did not affect the evaluation of the
322 results.

323 When contacting experts and producers, they were given information regarding
324 the reason and purpose of the study, clarifying that answering the questionnaire
325 was not mandatory, and instructions were given on how to compare the criteria
326 in relation to the general objective. In the questionnaire, respondent
327 identification was not mandatory, and participants were asked to perform a
328 number of comparisons between the factors influencing soybean decision-
329 making regarding production, marketing, and logistics, which accounted for total
330 84 questions.

331

332 **5.3 Data analysis**

333 After the interviews, the answers were entered in spreadsheets using Microsoft
334 Excel®. The respondents provided different answers, which is normal in a
335 scenario of multiple decisions. Thus, decision-making considered the highest
336 number of answers for each criterion. Therefore, if in the comparison between
337 criteria A and B, most respondents considered criterion A more important using
338 the Saaty scale (2008), that criterion was selected for the parity matrix score.

339 However, even after the criteria were defined, it was necessary to establish their
340 degree of importance. The geometric mean considered by Saaty (1980) was
341 used to define a mean value for group decision. The geometric means are
342 calculated according to equation 4.

343

344
$$(\prod_{i=1}^n a_i) = \sqrt[n]{a_1 a_2 \cdots a_n} \quad (4)$$

345

346 Where:

347 n = number of respondents

348 a_1, a_2, \dots, a_n = equal answer from each respondent

349

350 For comparison purposes, the respondents were divided into two groups: (i)
351 experts and (ii) producers. This decision was made because they were distinct
352 groups, sometimes with conflicting interests. In this manner, it was possible to
353 have a reference understanding of how producers view the decision-making
354 process and how experts believe this process occurs, which would greatly
355 contribute to the discussion of this study.

356 After defining the weights, a paired comparison was required, using the
357 proposed model. The model was resolved with Expert Choice® software, which
358 is used in multicriteria decision problems.

359 The proposed model was created in the software, and the weights were
360 inserted considering the scale of importance and the answers provided in the
361 questionnaire. After that, the model was checked for inconsistencies and
362 required adjustments, without changing the meaning of the answers provided.

363 Finally, the model was processed. The results are discussed in the following
364 section.

365

366 **6. Results and Discussion**

367 The primary objective of this study was to investigate the factors that influence
368 the decision-making process of soybean producers in Mato Grosso in terms of
369 productive, commercial, and logistic aspects, according to the hierarchical
370 decision model.

371 The three key criteria rural production, logistics and marketing were determined
372 in the first stage of this study after a literature review. The subcriteria under the
373 marketing criterion included price, reliability and negotiation, whereas the
374 subcriteria under rural production were climate, cost of inputs, agricultural
375 financing, and soil quality. Finally, the subcriteria under logistics were transport
376 and storage.

377 The three alternatives of action used in the hierarchical decision model were
378 analyzed from the perspective of soybean producers. Soybean production, corn
379 production, and another agricultural activity were considered to be
380 alternatives.

381 The AHP model was used to determine the relative importance of each element
382 in the hierarchy. All elements from one level were compared with other
383 elements from the same level, in relation to an element from a higher level.

384 Table 3 shows the results of the paired comparison, with the normalized
385 weights of all three criteria and nine subcriteria and the perception of the two
386 groups of respondents (experts and producers).

387

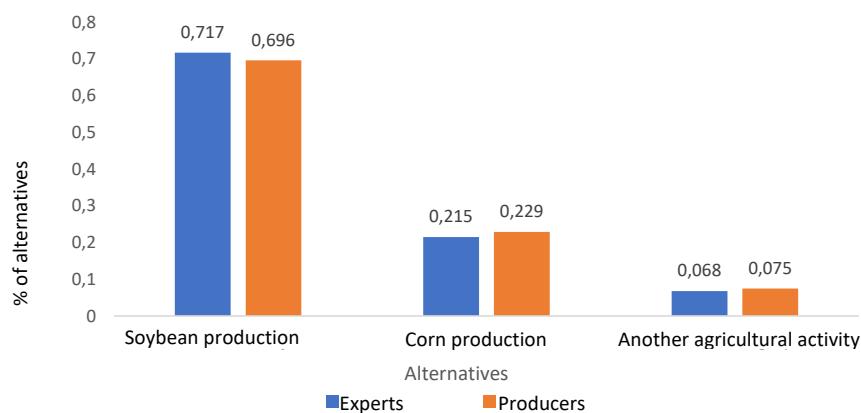
388 **Table 3.** Summarized priorities and classifications for the criteria and
 389 subcriteria.

| | Criteria | Weight | Subcriteria | Weight |
|-----------|---------------------|---------------|------------------------|---------------|
| Experts | Marketing | 0,271 | Price | 0,717 (2) |
| | | | Negotiation | 0,195 (5) |
| | | | Reliability | 0,088 (8) |
| | Logistics | 0,085 | Transport | 0,857 (1) |
| | | | Storage | 0,143 (6) |
| | Rural Production | 0,644 | Climate | 0,590 (3) |
| | | | Agricultural financing | 0,247 (4) |
| | | | Cost of inputs | 0,107 (7) |
| | | | Soil quality | 0,056 (9) |
| | Criteria | Weight | Subcriteria | Weight |
| Producers | Marketing | 0,229 | Price | 0,691 (2) |
| | | | Negotiation | 0,218 (5) |
| | | | Reliability | 0,091 (8) |
| | Logistics | 0,075 | Transport | 0,833 (1) |
| | | | Storage | 0,167 (6) |
| | Rural Production | 0,696 | Climate | 0,575 (3) |
| | | | Soil quality | 0,236 (4) |
| | | | Cost of inputs | 0,135 (7) |
| | | | Agricultural financing | 0,054 (9) |
| | Inconsistency Index | 0,08 | | 0,08 |

390

391 In both cases, the results showed rural production as the most important aspect
392 of the decision-making process. In addition, this study concluded that soybean
393 is the best production alternative, followed by corn and another activity, as
394 illustrated in Figure 6.

395



396

397 **Figure 6.** Weights of the alternatives in the view of the experts and producers.

398

399 For a better understanding, the results are discussed in detail below for each
400 criterion.

401 **6.1 Logistics**

402 As observed in the literature review, several studies address logistic
403 deficiencies in Brazil; among them, the study conducted by Arvor et al. (2010),
404 which points out that efforts have been made to minimize such deficiencies
405 since the 1970s with the National Integration Programs (PINs); pluriannual
406 development plans (PPAs); the “Brazil in Action” (*Brasil em Ação*) Program in

407 force between 1996 and 1999; the “Advance, Brazil” (*Avança Brasil*) Project
408 between 2000 and 2003; and the Growth Acceleration Program (*Programa de*
409 *Aceleração do Crescimento*, PAC) between 2007 and 2017.

410 The logistics criterion presented the lowest degree of importance in decision
411 making to both the experts (0.085) and producers (0.075); in this scenario, the
412 transportation subcriterion had the greatest relevance in the decision of both
413 groups: 0.833 among the experts and 0.857 among the producers (Table 3).

414 5.1.1 Transportation

415 The concern of experts and producers was owing to the lack of availability of
416 different types of transportation systems and the high cost of transportation both
417 to receive inputs and distribute the soybeans produced in Mato Grosso. This
418 result supports the importance of transportation systems for the soybean
419 complex, as reported in the studies conducted by Garrett; Lambin; Naylor
420 (2013); Oliveira Neto et al. (2015); Oliveira et al. (2016).

421 The field survey indicates that under the logistics criterion, transportation is a
422 subcriterion of relevant importance in decision making because the costs of
423 receiving agricultural inputs are inversely proportional to the type of road
424 paving, road quality, and distance to the place where the agricultural inputs
425 must be delivered. In other words, poor road conditions (unpaved and pitted)
426 and long distances for the delivery of agricultural inputs lead to increased costs
427 of transport, and consequently, higher soybean cost (GARRETT; LAMBIN;
428 NAYLOR, 2013).

429 In principle, transportation will have a greater impact on producers for the
430 delivery of agricultural inputs and a smaller impact on soybean distribution, as
431 the costs are incurred to the buyer. Trading companies define the amounts paid

432 per ton with transport agencies, depending on soybean supply and demand and
433 the availability of transportation systems and trucks (MARTINS et al., 2005;
434 KUSSANO; BATALHA, 2012).

435 Despite this situation, producers and experts have been unable to establish the
436 importance of transportation because the cost of receiving the inputs is included
437 in the cost of the product itself, which is linked to the production criterion
438 (GOLDSMITH, 2008).

439 **5.1.2 Storage**

440 The subcriterion storage is still considered a logistic challenge to be resolved.
441 However, experts and producers indicate that it is a subcriterion of smaller
442 impact on the decision-making process, with weights of 0.143 and 0.167, owing
443 to the recent growth in static storage capacity in the State of Mato Grosso.

444 Indeed, the investments made in warehouses have resulted in improvements in
445 soybean storage conditions and capacity in Mato Grosso. It can be observed in
446 reduced traffic jams on the roads and particularly in warehouse reception yards
447 (VIEIRA; DALCHIAVON, 2018).

448 However, the small importance given to soybean storage cannot be interpreted
449 as a comfortable situation for producers because the ratio between agricultural
450 production and static capacity is relatively high, around 1.25 (MAIA et al., 2013).

451 The current static storage capacity of Mato Grosso is 36.20 million tons of
452 grains (CONAB, 2018b), 95% of which is for the private enterprise and 63% is
453 in the rural area (MAIA et al., 2013), facilitating management and organization
454 among producers and warehouse managers.

455

456 **6.2 Marketing**

457 Marketing was the criterion that presented the second highest impact on the
458 decision made by both experts (0.271) and producers (0.229). It means that
459 soybean producers do not perceive the importance of marketing in the decision-
460 making process and delegate to other market agents the responsibility for the
461 distribution of their soybean produce (FOUNTAS et al., 2006; SINGH;
462 DORWARD; OSBAHR, 2016).

463 5.2.1 Price

464 Experts (0.717) and producers (0.691) also highlighted the strong importance of
465 the subcriterion price, which can be understood as a consequence of the need
466 to ensure the subsistence of the activity (SINGH; DORWARD; OSBAHR, 2016)
467 considering that the costs of acquisition of inputs and transport have a direct
468 impact on the activity's profit margin (GARRETT; LAMBIN; NAYLOR, 2013;
469 CELIO et al., 2014). In the soybean marketing process, producers end up as
470 price takers (OLIVEIRA; PEREIRA, 2009; GONÇALVES et al., 2014). The
471 prices determined for the purchase of inputs and for the sale of soybean
472 present great relevance for the decision-making.

473 This scenario confirms the theory proposed by Goldsmith (2008) for the
474 difference of prices received by farmers in Brazil. According to this author, even
475 with prices set by the Chicago Stock Exchange, a difference is observed
476 between the amounts paid to producers from different regions of Brazil. In
477 Sorriso, for instance, one of the leading soybean-producing municipalities in
478 Mato Grosso, the amount paid to soybean producers is 27% lower than the
479 amount set by the Chicago Stock Exchange (GOLDSMITH, 2008).

480 5.2.2 Negotiation

481 The experts considered the subcriterion negotiation to be of moderate
482 importance (0.195), whereas the producers expressed a low degree of
483 importance (0.091). Apparently, both groups of decision makers do not value
484 the real importance of negotiation in this process. Negotiation is responsible for
485 establishing conditions of purchase and sale that make business attractive to
486 both buyers and sellers, minimizing conflicts of interest, and reducing win-lose
487 transactions to the detriment of transactions in which everyone fulfills their
488 respective interests (COELHO, 2000; DIAS, 2008).

489 The experts' perception can be explained by the fact that agronomists, input
490 suppliers, and financial agents are direct or indirect service providers and
491 depend on the producer's business. Conversely, negotiation has a small
492 importance to producers in the decision-making process because it represents
493 the crystallization of a single commercial culture that frequently uses the same
494 transaction channel, same companies, and same delivery conditions. The
495 producers' ability to impose their will and set the amount to be paid is limited
496 because the influence of trading companies on business conditions—to the
497 detriment of producers—goes beyond the agricultural dimension (COLSERA;
498 HENZ, 2000).

499 5.2.3 Reliability

500 The subcriterion reliability presented a small importance in the experts'
501 decision-making (0.088) and a moderate importance (0.218) to producers. This
502 perception is owing to the fact that global soybean buyers who operate in the
503 Mato Grosso market are large and consolidated, giving a perception of security
504 to decision makers in their relationship of buying and selling soybean and
505 agricultural inputs (TURZI, 2011).

506 Bartering transactions with large trading companies such as ADM, Amaggi,
507 Bunge, Cargill, Dreyfuss, and others allow a better control of risks related to
508 soybean sale price and the purchase price of inputs used in soybean production
509 (IMEA, 2017).

510 In bartering (exchange), the trading company (or reseller) agrees to supply the
511 inputs required for soybean planting and crop development and, in return, the
512 producer agrees to give back part of the production as payment at the time of
513 harvest (SILVA; LAPO, 2012; KUNITAKE; MOTA, 2016). This model of
514 negotiation involves trust among the parties involved and aims for their mutual
515 strengthening in the activity: the trading company secures the supply of the
516 necessary soybean for its business, and conversely, the producer secures
517 production financing (TURZI, 2011).

518 The bartering system offered by trading companies and resellers, according to
519 the IMEA (2017), in the 2017/2018 harvest, presented a considerable increase
520 in the share of soybean crop financing, accounting for 52% of funding
521 (equivalent to BRL 9.7 billion), attesting to the reliability between the partners.

522 The availability of different ways to finance soybean production has an impact
523 not only on the decision regarding the aspects under the marketing criterion, but
524 also on the decision related to the rural production criterion.

525

526 **6.3 Rural Production**

527 The criterion rural production was considered by both experts (0.644) and
528 producers (0.666) as the most important factor in the decision-making process.
529 This criterion has a strategic nature as it involves the selection of a production
530 financing system (own, bartering, or public financing), the technology to be

531 adopted (direct or conventional sowing), the type of seed to be used (genetically
532 modified or conventional), selection of one, two, or three harvests per crop year
533 (through crop-livestock integration); if the production will be marketed in
534 advance or after the harvest. All of these are decisions that need to be made to
535 maximize profitability (CARAUTA et al., 2017).

536 5.3.1 Climate

537 The subcriterion climate was the most important in the decision-making process
538 to both experts (0.590) and producers (0.575). This can be particularly
539 explained by the sensitivity of soybean production to the effects of climate
540 (ARVOR et al., 2010). The State of Mato Grosso is characterized by high
541 temperatures and low, concentrated rainfall (FÉRES; REIS; SPERANZA, 2011);
542 a lack of rain during the sowing period or excessive rain during the harvest
543 would both cause losses (PIRES et al., 2016).

544 An increase in temperature owing to global warming has a negative effect on
545 soybean production, and according to Féres; Reis; Speranza (2011), such
546 losses may reach BRL 7.4 billion by 2020.

547 5.3.2 Agricultural financing

548 For decision-making, the subcriterion agricultural financing showed high
549 divergence when comparing the views of experts (0.247) and producers
550 (0.054).

551 This divergence is explained by the fact that the producers lack capital and
552 have no other option; hence, they are forced to use financing to ensure the
553 continuity of their agricultural activities (IMEA, 2017). Therefore, contracting
554 debt to fund production or invest in it through agricultural financing is
555 indispensable as the producers have insufficient cash for the purchase and

556 payment of inputs, and the decision to use such resources becomes intrinsic to
557 soybean production (GOLDSMITH, 2008).

558 Conversely, experts do not consider agricultural financing as a crucial tool for
559 the continuity of soybean production and in their view, it can be replaced with
560 other types of funding, so that it can be contracted only as needed and/or when
561 available.

562 Agricultural financing and bartering are commonly used to buy inputs because
563 their use is expensive. According to IMEA (2017), the amount of capital to cover
564 the cost of the 2017/2018 harvest in Mato Grosso was BRL 18.66 billion.

565 5.3.3 Cost of inputs

566 In this context, experts (0.107) and producers (0.135) answered that the cost of
567 agricultural inputs has a low relevance in decision-making, contrary to the
568 results found in the study conducted by Singh; Dorward; Osbahr (2016).
569 Garrett; Lambin; Naylor (2013) reported an inconsistency, stating that the cost
570 of inputs have a direct impact on agricultural profit. These authors also reported
571 that, for a producer to maximize profits, the optimal use of inputs must be made
572 rationally.

573 Regarding the cost of inputs, Goldsmith (2008) also notes that it has had a solid
574 growth in recent years, whereas proportional revenue has not been obtained.
575 The increase in the cost of inputs is mainly attributed to increased costs of
576 fertilizers, fungicides, and insecticides (GOLDSMITH, 2008; IMEA, 2017).

577 5.3.4 Soil Quality

578 Finally, the subcriterion soil quality also showed high divergence in terms of
579 importance in decision-making to experts (0.056) and producers (0.236). Soil is
580 observed by many experts and producers as the most important agricultural

581 asset as it directly affects productivity, the amount of pesticides used, and the
582 availability of water by retention (YOST et al., 2017).

583 According to the experts, soil quality has little importance in decision making as
584 it is possible to recover its quality by using different systems of direct sowing
585 and crop rotation (CONGREVES et al., 2015), or using fertilizers
586 (CHOUDHARY et al., 2018). However, both solutions would involve additional
587 costs.

588 In the view of producers, soil quality is directly associated with increased
589 productivity and profitability of soybean crop (SANTOS et al., 2008; LACERDA
590 et al., 2015) and with the investments required to recover soil health through
591 organic matter replacement, acidity correction, improved fertility (particularly
592 nitrogen N, phosphorus P, and potassium K), soil drainage, and other actions
593 that require time, and financial and technological resources (GOLDSMITH,
594 2008; CONGREVES et al., 2015; LACERDA et al., 2015; CHOUDHARY et al.,
595 2018).

596

597 **7. Conclusions**

598 Soybean is the main commodity produced in Brazil; the country is the world's
599 leading soybean exporter. With several uses in human food and animal feed
600 products, soybean has a critical role in human diet, and it is strategic
601 considering the estimated increase in global population.

602 This study developed a hierarchical decision model based on the AHP theory,
603 and based on the view of experts and producers, it sought to determine the
604 weights of factors that influence the decision for planting and the development
605 of the soybean chain. Using the State of Mato Grosso as a reference, the

606 largest producer in Brazil, it was possible to obtain important results about the
607 decision-making process.

608 Considering the criteria, it is possible to state that, for agricultural producers and
609 experts, soybean is the most important production chain in Brazil, particularly in
610 the Central-West region.

611 Among the several factors that can affect the production decision, this study
612 concluded that the aspects related to inputs, agricultural financing, climate, and
613 soil quality highly influence the decision factor—that is, factors related to rural
614 production (accounting for approximately 70% of the model). It means that both
615 producers and experts acknowledge that producers are concerned about
616 achieving good productivity levels at low operating costs as these factors
617 directly affect their profit margins.

618 Another relevant result is that logistics, although seen as strategic for
619 agribusiness in the country, is not considered of great impact on the decision
620 process of producers. The process of selling the soybean production is based
621 on local prices; therefore, the buyer has to hire a transportation service, which is
622 included in the margin between the sale at local prices and the export sale at
623 prices set by the Chicago Stock Exchange, or in the cost of the inputs for the
624 production of agro-industrial items.

625 Finally, a great impact from the trading companies was observed on the
626 soybean chain, and on the decision model, which could not be more conclusive
627 owing to the non-participation of trading companies in this study. This is one of
628 the main limitations of this study, along with the number of producers, which
629 made this study possible. However, these limitations did not affect the

630 exploratory nature of this investigation, which can be used to develop future
631 studies, which could also include census data.

632

633 **Acknowledgments**

634 This study was conducted with the support from the Coordination for the
635 Improvement of Higher Education Personnel (CAPES)—Financing Code 001;
636 and from the Federal Institute of Education, Science and Technology of Mato
637 Grosso (IFMT).

638

639 **References**

- 640 ANDA, A. N. para D. de A. **Anuário Estatístico do Setor de Fertilizantes**. São
641 Paulo: ANDA, 2017..isponível em:
642 <<http://www.anda.org.br/index.php?mpg=06.01.00&ver=por>>. Acesso em: 27
643 set. 2018.
- 644 ARVOR, D. et al. A evolução do setor soja no Mato Grosso. **Confins**, n. 10, 17
645 nov. 2010. Disponível em: <<http://journals.openedition.org/confins/6767>>. Acesso em: 24 out. 2018.
- 647 CARAUTA, M. et al. On-Farm Trade-Offs for Optimal Agricultural Practices in
648 Mato Grosso, Brazil. **Revista de Economia e Agronegócio**, v. 15, n. 3, 11
649 dez. 2017. Disponível em:
650 <<https://revistarea.ufv.br/index.php/rea/article/view/505>>. Acesso em: 28 out.
651 2018.
- 652 CAVALETT, O.; ORTEGA, E. Energy, Nutrients Balance, and Economic
653 Assessment of Soybean Production and Industrialization in Brazil. **Journal of
654 Cleaner Production**, v. 17, n. 8, p. 762–771, 2009.
- 655 CELIO, E. et al. Farmers' Perception of Their Decision-Making in Relation to
656 Policy Schemes: A Comparison of Case Studies from Switzerland and the
657 United States. **Land Use Policy**, v. 41, p. 163–171, nov. 2014.
- 658 CHOUDHARY, M. et al. Long-Term Effects of Organic Manure and Inorganic
659 Fertilization on Sustainability and Chemical Soil Quality Indicators of Soybean-
660 Wheat Cropping System in the Indian Mid-Himalayas. **Agriculture,
661 Ecosystems & Environment**, v. 257, p. 38–46, abr. 2018.
- 662 COELHO, C. N. Negociações agrícolas: existe uma saída? **Revista de Política
663 Agrícola**, v. 9, n. 4, p. 46–49, 2000.
- 664 COLSERA, L.; HENZ, R. A retomada das negociações agrícolas na OMC.
665 **Revista de Política Agrícola**, v. 9, n. 04, p. 10–45, 2000.
- 666 CONAB, C. N. de A. **Séries Históricas de Área Plantada, Produtividade e
667 Produção, Relativas às Safras 1976/77 a 2017/18 de Soja**, 2018a..isponível
668 em:
669 <<http://www.conab.gov.br/info-agro/safras/serie-historica-das-safras?start=20>>. Acesso em: 27 set. 2018.
- 670 CONAB, C. N. de A. **Série Histórica da Armazenagem**. Disponível em:
671 <<http://www.conab.gov.br/armazenagem/serie-historica-da-armazenagem>>.
672 Acesso em: 25 out. 2018b.
- 673 CONGREVES, K. A. et al. Long-Term Impact of Tillage and Crop Rotation on
674 Soil Health at Four Temperate Agroecosystems. **Soil and Tillage Research**, v.
675 152, p. 17–28, set. 2015.
- 676 CONTINI, E.; MARTHA, G. Brazilian agriculture, its productivity and change. In:
677 Food security and the futures of farms: 2020 and toward 2050, Falkenberg,
678 Sweden. **Anais... In: BERTEBOS CONFERENCE**. Falkenberg, Sweden.: THE

- 679 ROYAL SWEDISH ACADEMY OF AGRICULTURE AND FORESTRY,
680 2010..cesso em: 27 set. 2018.
- 681 DIAS, S. W. **Estilos de negociação nas transações comprador-vendedor: uma aplicação do instrumento TKI®**. 2008. Universidade de São Paulo, São
682 Paulo, 2008. Disponível em:
683 <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/96/96132/tde-29042009-161446/>>.
- 684
- 685 FAMIYEH, S.; KWARTENG, A. Supplier Selection and Firm Performance:
686 Empirical Evidence from a Developing Country's Environment. **International
687 Journal of Quality & Reliability Management**, v. 35, n. 3, p. 690–710, 5 mar.
688 2018.
- 689 FAS, F. A. S. **Grain: World Markets and Trade**. Washington,: United States
690 Department of Agriculture-USDA, set. 2018..isponível em:
691 <<https://apps.fas.usda.gov/PSDOnline/Circulars/2018/09/Grain.pdf>>. Acesso
692 em: 27 set. 2018.
- 693 FÉRES, J.; REIS, E.; SPERANZA, J. S. Impacto das mudanças climáticas no
694 setor agrícola brasileiro. In: SEROA DA MOTTA, R. et al. (Ed.). **Mudança do
695 clima no Brasil: aspectos econômicos, sociais e regulatórios**. Brasília:
696 Ipea, 2011.
- 697 FOUNTAS, S. et al. A Model of Decision-Making and Information Flows for
698 Information-Intensive Agriculture. **Agricultural Systems**, v. 87, n. 2, p. 192–
699 210, fev. 2006.
- 700 GARRETT, R. D.; LAMBIN, E. F.; NAYLOR, R. L. Land Institutions and Supply
701 Chain Configurations as Determinants of Soybean Planted Area and Yields in
702 Brazil. **Land Use Policy**, v. 31, p. 385–396, 2013.
- 703 GOLDSMITH, P. D. Soybean Production and Processing in Brazil. In: JOHNSON, L. A.; WHITE, P. J.; GALLOWAY, R. (Ed.). **Soybeans: chemistry, production, processing, and utilization**. Urbana, IL: AOCS Press, 2008.
- 704
- 705
- 706 GOLDSMITH, P. D.; HIRSCH, R. The Brazilian Soybean Complex. **Choices: The Magazine of Food, Farm, and Resource Issues**, v. 0, n. Issue 2, 2006.
707 Disponível em: <<https://ideas.repec.org/a/ags/aaeach/94417.html>>.
- 708
- 709 GONÇALVES, D. N. S. et al. Analysis of the Difference between the Euclidean
710 Distance and the Actual Road Distance in Brazil. **Transportation Research
711 Procedia**, v. 3, p. 876–885, 2014.
- 712 GRANEMANN, S.; FIGUEIREDO, A. LOGÍSTICA APLICADA À
713 EXPORTAÇÃO—INSTRUMENTO DE COMPETITIVIDADE. **Revista Brasileira
714 de Economia de Empresas**, v. 1, n. 1, 13 set. 2013. Disponível em:
715 <<https://portalrevistas.ucb.br/index.php/rbee/article/view/4388>>. Acesso em: 26
716 abr. 2018.
- 717 IBGE, I. B. de G. e E. **Censo Agropecuário 2006: Brasil, Grandes Regiões e
718 Unidades da Federação—Segunda Apuração**: Censo Agropecuário. Rio de
719 Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2012..isponível em:

- 720 <<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv61914.pdf>>. Acesso em: 17
721 out. 2018.
- 722 IMEA, I. M. G. de E. A. **Agronegócio no Brasil e em Mato Grosso**. Cuiabá:
723 IMEA, 2014..
- 724 IMEA, I. M. G. de E. A. **Composição do funding do custeio da soja para**
725 **safra 2017/18 em Mato Grosso**. Cuiabá: IMEA, 2017..isponível em:
726 <<http://www.imea.com.br/imea-site/view/uploads/relatorios-mercado/Funding%20soja.pdf>>.
- 728 KUNITAKE, A.; MOTA, E. P. da. Análise comparativa do pagamento de
729 insumos da produção da soja no Estado de Mato Grosso. **Revista iPecege**, v.
730 2, n. 4, p. 24, 25 out. 2016.
- 731 KURLAVIČIUS, A. Sustainable Agricultural Development: Knowledge-based
732 Decision Support. **Technological and Economic Development of Economy**,
733 v. 15, n. 2, p. 294–309, jan. 2009.
- 734 KUSSANO, M. R.; BATALHA, M. O. Custos logísticos agroindustriais: avaliação
735 do escoamento da soja em grão do Mato Grosso para o mercado externo.
736 **Gestão & Produção**, v. 19, p. 619–632, 2012.
- 737 LACERDA, J. J. de J. et al. Adubação, produtividade e rentabilidade da rotação
738 entre soja e milho em solo com fertilidade construída. **Pesquisa Agropecuária**
739 **Brasileira**, v. 50, n. 9, p. 769–778, set. 2015.
- 740 LIMA, R. C. de; PENNA, N. A. A logística de transportes do agronegócio em
741 Mato Grosso (Brasil). **Confins**, n. 26, 19 fev. 2016. Disponível em:
742 <<http://journals.openedition.org/confins/10707>>. Acesso em: 30 set. 2018.
- 743 LIPINSKI, B. et al. Reducing Food Loss and Waste. **World Resources**
744 **Institute**, v. 22, 2013.
- 745 MAIA, G. B. da S. et al. Panorama da armazenagem de produtos agrícolas no
746 Brasil. **Revista do BNDES**, v. 40, p. 161–193, 2013.
- 747 MARTINS, R. S. et al. Decisões estratégicas na logística do agronegócio:
748 compensação de custos transporte-armazenagem para a soja no estado do
749 Paraná. **Revista de Administração Contemporânea**, v. 9, n. 1, p. 53–78,
750 2005.
- 751 MDIC, M. do D., Indústria e Comércio Exterior. **Balança comercial brasileira:**
752 **Unidades da Federação**. Disponível em:
753 <<http://www.mdic.gov.br/index.php/comercio-exterior/estatisticas-de-comercio-exterior/balanca-comercial-brasileira-unidades-da-federacao>>. Acesso em: 2 fev. 2018.
- 756 OLIVEIRA, D. de L.; PEREIRA, S. A. Análise do Processo Decisório no
757 Agronegócio: Abordagem na Cadeia de Valor da Soja. **Gestão e Sociedade**, v.
758 2, n. 4, 2009. Disponível em:

- 759 <<http://www.gestaoesociedade.org/gestaoesociedade/article/view/555>>. Acesso
760 em: 25 abr. 2018.
- 761 OLIVEIRA, F. C. de et al. Logistics and Storage of Soybean in Brazil. **African**
762 **Journal of Agricultural Research**, v. 11, n. 35, p. 3261–3272, 1 set. 2016.
- 763 OLIVEIRA NETO, M. S. de et al. Avaliação dos Critérios de Seleção de
764 Transportador e Modais para o Escoamento da Safra de Soja Brasileira.
765 **Revista Produção e Desenvolvimento**, v. 1, n. 1, p. 14–30, 2015.
- 766 ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS, D. de A. E. e S. **Probabilistic**
767 **Population Projections based on the World Population Prospects: The**
768 **2017 Revision.**: World Population Prospects. New York: United Nations,
769 2017..disponível em: <<http://esa.un.org/unpd/wpp/index.htm>>.
- 770 PIRES, G. F. et al. Increased Climate Risk in Brazilian Double Cropping
771 Agriculture Systems: Implications for Land Use in Northern Brazil. **Agricultural**
772 **and Forest Meteorology**, v. 228–229, p. 286–298, 2016.
- 773 PUCHALSKY, W. et al. Agribusiness Time Series Forecasting Using Wavelet
774 Neural Networks and Metaheuristic Optimization: An Analysis of the Soybean
775 Sack Price and Perishable Products Demand. **International Journal of**
776 **Production Economics**, v. 203, p. 174–189, set. 2018.
- 777 RAUCCI, G. S. et al. Greenhouse Gas Assessment of Brazilian Soybean
778 Production: A Case Study of Mato Grosso State. **Journal of Cleaner**
779 **Production**, v. 96, p. 418–425, jun. 2015.
- 780 REIS, J. G. M. et al. Avaliação das Estratégias de Comercialização do Milho em
781 MS Aplicando o Analytic Hierarchy Process (AHP). **RESR, Piracicaba-SP**, v.
782 54, n. 01, p. 131–146, 2016.
- 783 REIS, S. A.; LEAL, J. E. A Deterministic Mathematical Model to Support
784 Temporal and Spatial Decisions of the Soybean Supply Chain. **Journal of**
785 **Transport Geography**, v. 43, p. 48–58, fev. 2015.
- 786 ROSE, D. C. et al. Decision Support Tools for Agriculture: Towards Effective
787 Design and Delivery. **Agricultural Systems**, v. 149, p. 165–174, nov. 2016.
- 788 RUPNIK, R. et al. AgroDSS: A Decision Support System for Agriculture and
789 Farming. **Computers and Electronics in Agriculture**, abr. 2018. Disponível
790 em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0168169917314205>>. Acesso
791 em: 29 set. 2018.
- 792 SAATY, T. L. **The analytic hierarchy process: planning, priority setting,**
793 **resource allocation**. New York: McGraw-Hill International Book Company,
794 1980.
- 795 SAATY, T. L. Decision making with the analytic hierarchy process.
796 **International Journal of Services Sciences**, v. 1, n. 1, p. 83–98, 2008.

- 797 SANTOS, F. C. dos et al. Produtividade e aspectos nutricionais de plantas de
798 soja cultivadas em solos de cerrado com diferentes texturas. **Revista**
799 **Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. 5, 2008. Disponível em:
800 <<http://www.redalyc.org/resumen.oa?id=180214065023>>. Acesso em: 29 out.
801 2018.
- 802 SEPLAN, S. de E. de P. e C. G. **Mato Grosso em números: um diagnóstico**
803 **da realidade de Mato Grosso**. Cuiabá: Governo do Estado de Mato Grosso,
804 2013..
- 805 SILVA, F. P.; LAPO, L. E. R. Modelos de Financiamento da Cadeia de Grãos
806 no Brasil. In: 2^a Conferência em Gestão de Risco e Comercialização de
807 Commodities., São Paulo. **Anais...** São Paulo: 2012. Disponível em:
808 <http://www.agrosecurity.com.br/anexos/estudo_bmf.pdf>.
- 809 SINGH, C.; DORWARD, P.; OSBAHR, H. Developing a Holistic Approach to the
810 Analysis of Farmer Decision-Making: Implications for Adaptation Policy and
811 Practice in Developing Countries. **Land Use Policy**, v. 59, p. 329–343, dez.
812 2016.
- 813 SOARES, A. F. **Requisitos Ambientais no Mercado de Soja Brasileiro:**
814 **Descrição e Avaliação de Impacto**. 2016. USP/ Escola Superior de
815 Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2016.
- 816 TEIXEIRA, M. D. de J.; FARIA, A. M. de M.; ZAVALA, A. A. Emissões
817 Antrópicas de Gases de Efeito Estufa (GEE) e Referenciais para Política de
818 Mitigação das Emissões em Mato Grosso (Brasil). **Revista Eletrônica**
819 **Documento Monumento—REDM**, v. 10, n. 1, p. 307–323, 2013.
- 820 TOLOI, R. C. et al. Main variables that are influenced by the anthropic activity
821 resulting from the soybean production in the municipalities of Mato Grosso.
822 **Independent Journal of Management & Production**, v. 9, n. 5, p. 607–622,
823 2018.
- 824 TURZI, M. The soybean republic. **Yale Journal of International Affairs**, v. 6,
825 n. Spring–Summer, p. 59–68, 2011.
- 826 VAN TONGEREN, F. et al. **Fertiliser and Biofuel Policies in the Global**
827 **Agricultural Supply Chain**. [s.l.: s.n.]. Disponível em: <http://www.oecd-ilibrary.org/agriculture-and-food/fertiliser-and-biofuel-policies-in-the-global-agricultural-supply-chain_5jxsr7t3qf4-en>. Acesso em: 23 abr. 2018.
- 830 VIEIRA, R. A.; DALCHIAVON, F. C. Custos e viabilidade da implantação de
831 uma unidade armazenadora de grãos no Mato Grosso. **Revista IPege**, v. 4,
832 n. 2, p. 7–15, 4 jun. 2018.
- 833 YOST, M. A. et al. Long-Term Impact of a Precision Agriculture System on
834 Grain Crop Production. **Precision Agriculture**, v. 18, n. 5, p. 823–842, out.
835 2017.
- 836 ZHU, Q.; SARKIS, J. Relationships between Operational Practices and
837 Performance among Early Adopters of Green Supply Chain Management

838 Practices in Chinese Manufacturing Enterprises. **Journal of Operations**
839 **Management**, v. 22, n. 3, p. 265–289, 2004.

840

841

5 Proposta para Redução das Incertezas na Tomada de Decisão dos Produtores de Soja de Mato Grosso

Neste capítulo, são apresentados os fatores que influenciam na tomada de decisão dos produtores de soja de Mato Grosso, na sequência discussões e sugestões acerca dos fatores encontrados, para contribuir com uma maior eficiência da cadeia de suprimentos da soja mato-grossense.

Os fatores de decisão foram levantados após a realização da revisão na literatura sobre os fatores produtivos, comerciais e logístico que influenciam na tomada de decisão do sojicultor de Mato Grosso, e por meio da metodologia AHP que possibilita ordenar os fatores.

Os fatores estão agrupados em critérios e subcritérios, de tal modo que:

- I O Critério de Comercialização abrange os subcritérios Preço, Confiabilidade e Negociação;
- II O Critério Logística compreende os subcritérios Armazenagem e Transporte, e;
- III No Critério Produção Rural incluem os subcritérios Clima, Custo dos Insumos, Financiamento Agrícola e Qualidade do Solo.

Os resultados encontrados demonstram que o critério Produção Rural é o fator com maior importância para a tomada de decisão, e o subcritério Clima representou a maior preocupação nas decisões do sojicultor mato-grossense, seguidos pela Qualidade do Solo, Custo dos Insumos e Financiamento Agrícola, respectivamente, apresentaram maior influência nas decisões sobre a produção de soja.

O segundo critério com maior influência nas decisões acerca da produção de soja está relacionando com o critério de Comercialização, e o subcritério Preço, o que representa maior preocupação nas decisões, seguido pelos subcritérios Confiabilidade e Negociação, respectivamente.

O critério Logística foi apontado com a menor importância no processo de tomada de decisão, embora contestado por muitos estudos. O subcritério Transporte foi destacado como o de maior peso nas decisões, seguido pelo subcritério Armazenagem.

A partir dessas informações, elabora-se a construção das discussões e sugestões que contribuam para o fortalecimento da cadeia de suprimentos da soja brasileira.

5.1 Produção Rural

A literatura consultada aponta a alta eficiência na produção rural, com destaque a elevada capacidade de produção e produtividade de soja obtidas no estado de Mato Grosso ([Sampaio et al., 2012](#); [Freitas & Massuquetti, 2013](#); [Bustos et al., 2016](#)).

Entre os subcritérios relacionados com a produção rural, o clima apresentou maior importância na tomada de decisões. A influência do clima nas decisões decorre da sensibilidade que a produção de soja tem quanto aos efeitos das mudanças climáticas, e em casos de falta de chuvas no período de plantio, ou excessos de chuva no período de colheita, implicariam em perdas ([Pires et al., 2016](#)).

As mudanças provocadas no clima em decorrência do aquecimento global têm um efeito negativo na produção de soja, o produtor precisa atentar para os impactos ambientais decorrentes da produção de soja.

Diante desse cenário recomenda-se que os produtores preservem as Áreas de Preservação Permanente – APP, Reservas Legais e Matas Ciliares, a fim de proteger rios, lagos, fauna, flora e animais silvestres. Respeitando áreas de preservação, os produtores estariam contribuindo para diminuir a manutenção da porosidade e os problemas com a erosão e fertilidade do solo, os animais e plantas que mantêm uma dependência uns dos outros e exercem importante função no controle de pragas na lavoura da soja, contribuindo com a umidade do bioma.

O subcritério qualidade do solo foi o segundo maior fator a influenciar na tomada de decisão dos produtores de soja de Mato Grosso, pois é visto como o maior patrimônio da agricultura, e afeta tanto na produtividade, quanto na quantidade de defensivos agrícolas utilizados e na disponibilidade de água que esse solo retém ([Yost et al., 2017](#)).

Para manter a saúde do solo de forma sustentável, diminuindo a necessidade de utilização de fertilizantes químicos, os produtores precisam além de preservar as APP's, Reservas Legais e Mata Ciliares, realizar diferentes sistemas de plantio direto e rotação de culturas para manter o solo rico em matéria orgânica, com boa capacidade de drenagem de água e evitar erosão, e consequentemente a perda de produtividade e rentabilidade da cultura da soja.

O custo dos insumos foi apontando como um subcritério que apresentou pouca influência nas decisões dos produtores, contrariando o estudo realizado por [Carneiro et al. \(2015\)](#), em que os autores identificaram que insumos agrícolas, reunindo os custos com sementes, fertilizantes e defensivos, respondem por mais de 55% do custo total do produtor. [Garrett et al. \(2013\)](#); [Singh et al. \(2016\)](#); [Goldsmith \(2008\)](#) também apontam para o impacto que o custo dos insumos sobre os rendimentos agrícolas, e sugerem que devem ser utilizados com cautela e racionalidade.

Como os insumos apresentam volatilidade no preço em função da variação

cambial, é indispensável que não se apliquem fertilizantes sem necessidade, por isso é imperativo que seja realizada anualmente análise das condições de fertilidade do solo e qual a melhor espécie de cultivar para as condições climáticas previstas. De acordo com as condições climáticas previstas, cultivares precoces ou a antecipação de colheita por dessecamento podem apresentar vantagens ou desvantagens.

Para diminuir o impacto dos custos dos insumos, os produtores devem adquirir os insumos durante a entressafra e em conjunto, por meio de cooperativas ou grupos de agricultores, pois, quando adquirido no período e em grandes quantidades, a possibilidade de negociar com melhores preços e condições de pagamento, tornam-se mais favoráveis.

Além dessas estratégias, os produtores podem utilizar sistemas integrados de produção, como a integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF); ou a utilização de remineralizadores (contribui para melhorar a qualidade física e química do solo); ou a agricultura fermentativa (uso de bactérias que promovem a bioproteção e crescimento de plantas saudáveis que contribuem para recuperar micro e macro nutrientes dos solos). Com a utilização dessas técnicas é possível economizar até 20% nos custos com insumos e ter incremento de até 7% na produtividade ([Batista et al., 2016](#); [Souza et al., 2018](#)).

Embora a necessidade de recursos financeiros para a realização do custeio e investimentos para a produção de soja não tenha sido apontada como decisivo na tomada de decisões, pelos produtores de Mato Grosso, o Instituto Mato-grossense de Economia Agropecuária - [IMEA \(2017b\)](#) relata que para a safra de soja 2017/18, a principal modalidade contratada de financiamento foi o Barter com Multinacionais (35%) e movimentou R\$ 6.5 bilhões, conforme Figura 15.

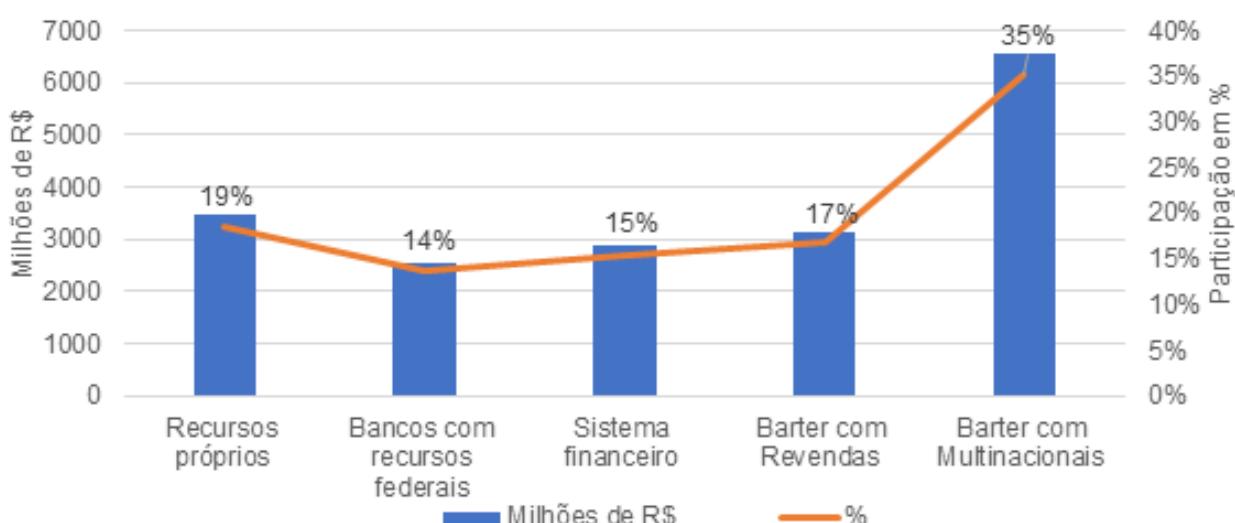


Figura 15: Participação dos agentes no financiamento da soja na safra 2017/18.

Fonte: Adaptado de [IMEA \(2017b\)](#).

O cenário mostra que a soma das transações Barter de Revendes e Multinacionais chega a 52% do montante consumido no custeio e investimentos para a safra, que equivale a R\$ 9.7 bilhões.

A Figura 15 demonstra a pequena utilização dos recursos próprios para o financiamento da atividade. A perda do poder de compra do produtor mato-grossense se deve a quebra de safra de milho, quando os preços estavam atraentes e pelo aumento do custo de produção na safra 16/17.

Como a literatura mostra, o mercado também aponta para uma crescente busca, por diferentes e mais atraentes, modalidades de financiar as suas atividades ([Bertrand et al., 2005](#)).

Existem diferentes formas para o produtor financiar a produção de soja, e a escolha da forma de financiamento dependerá dos montantes disponíveis, do custo do dinheiro oferecido, da rapidez de acesso a esse crédito, da necessidade da oferta de garantias e da relação que se tem com o fornecedor de recursos.

O produtor precisa encontrar as alternativas de financiamento que sejam compatíveis com a sua estratégia de produção e com a sua expectativa de rentabilidade.

Diante da importância apontada aos subcritérios relacionados com a produção rural, e as respectivas possibilidades de combinações de cenários que podem ser desenhadas, observa-se uma demasiada atenção dedicada a esses fatores em detrimento das atividades de comercialização e logística, que também são decisivas para o bom desempenho geral da cadeia de suprimentos da soja mato-grossense.

Deve o produtor ter a consciência que a produção de soja é fruto da junção da atividade agrícola com a atividade empresarial e por isso requer uma atenção equilibrada em todas as atividades envolvidas na sua concepção.

A demasiada atenção dedicada as atividades dentro da porteira, promove um melhor desempenho na qualidade, na adoção de tecnologias produtivas de ponta, o que proporciona elevada produtividade (3.41 ton/ha) permitindo superar as médias do principal produtor mundial de soja, os EUA. As médias americanas são de 3.31 ton/ha, conforme dados do *Foreign Agricultural Service - FAS (2018b)*. Mas, esse demasiado empenho interno consome tempo e recursos do produtor, que poderiam ser dedicados as atividades relacionadas à comercialização e logística.

E em decorrência desse desequilíbrio na aplicação dos esforços, promove-se involuntariamente a perda da competitividade, já alcançada nas atividades dentro da porteira, por questões que envolvem desde a falta de adequada armazenagem e ou por adoção de estratégias de comercialização inoportunas.

5.2 Comercialização

A confiabilidade é apontada pelos sojicultores como um subcritério de pouca importância na tomada de decisão, no entanto para conseguir os aportes necessários para o plantio, seja por meio de *barters*, de financiamento bancário ou de cooperativas de crédito, o produtor precisa garantir com a caução as suas terras, e neste sentido a confiabilidade é alcançada por meio da promessa da entrega da produção ou da perda das terras oferecidas, além de estar remunerando o aporte que foi emprestado.

Recomenda-se maior atenção ao critério de comercialização, pois de pouco adianta produzir com qualidade e em quantidades significativas se o preço obtido pela soja, seja abaixo do praticado no mercado internacional, devido a negociações que não representam as reais necessidades e interesses dos produtores. A falta de organização e coordenação entre os produtores promove a perda de alento para romper com o domínio promovido pelas *tradings* no mercado mundial da *commodity*.

Os riscos assumidos ficam todos sob a tutela do produtor. Caso advenha fenômeno que fuja ao seu controle (eventos climáticos, doenças como nematoides, cigarrinha, entre outros), ele assume o risco da transação. O sojicultor ao atribuir maior importância nas decisões acerca da confiabilidade de seus clientes, e os excessos exigidos pelos parceiros, podem retirá-lo da cadeia de suprimentos da soja.

5.3 Logística

Para além do critério de comercialização, existe o critério de logística que também é colocado de forma secundária nas decisões tomadas na produção de soja em Mato Grosso. Entretanto, os custos logísticos podem chegar até 25% do valor da soja ([USDA, 2016](#)).

O uso excessivo de transporte rodoviário, que tem como característica menor capacidade de carga e maior custo por tonelada por km, ainda apresenta entraves que vão desde a sua baixa capacidade e densidade de frota, mau estado de conservação dos veículos , altos índices de acidentes frequentes e perdas de grãos no fluxo do transporte ([Kussano & Batalha, 2012](#)).

Além dos obstáculos encontrados no transporte rodoviário, é preciso somar os problemas dos portos, onde são comuns os grandes congestionamentos de navios, que se formam nos portos para descarregamento e carregamento, ocasionando atrasos nos embarques. Esses atrasos reduzem a capacidade de escoamento, elevam os custos com as embarcações, pesando no custo dos fretes ([PONTES et al., 2009](#)).

A capacidade de armazenagem também é vista como um desafio logístico a ser superado, embora os investimentos realizados tivessem possibilitado um avanço e uma melhora nas condições e capacidade de armazenagem da soja em Mato Grosso.

Entretanto, a razão entre a produção agrícola e a capacidade estática sejam relativamente elevadas, em torno de 1,25. Isso indica que Mato Grosso não teria capacidade para guardar 25% da safra (Maia et al., 2013). E para compensar o déficit na armazenagem, precisa ter maior a disponibilidade de transporte em termos de confiabilidade e frequência, o que não ocorre.

A baixa capacidade de armazenagem estática no Mato Grosso leva a perdas por exposição dos grãos às condições climáticas, pragas e roedores, e consequentemente à redução da competitividade.

No cenário ideal, o produtor se valeria de portos para o escoamento mais próximos dos locais de produção, de forma a reduzir distâncias, empregando nesse transporte modais mais eficientes, modernos, com maior capacidade de carga, menores perdas de qualidade e volume na movimentação.

Ainda conjecturando o cenário ideal, a armazenagem constituiria uma ferramenta de apoio à comercialização. Ao armazenar sua produção o produtor deixa de ser um tomador de preço e passa a ser o agente negociador. Ganha capacidade de barganha podendo obter melhores preços ao comercializar a produção com menores custos com o transporte, reduz a pressão da necessidade de vender antes que o produto se deteriore podendo evitar os efeitos da sazonalidade no escoamento da produção.

6 Considerações Finais

A soja é a principal *commodity* produzida no Brasil e o país é o principal exportador do grão. Com diversificado uso em produtos para alimentação, possui papel estratégico tanto na alimentação humana e quanto na alimentação animal, e considerando o aumento populacional global projetado, torna essencial sua expansão.

A perspectiva da crescente demanda mundial por soja permitiu ao estado de Mato Grosso, por sua vocação, experimentar desde a década de 1.980, a expansão da área plantada, o crescimento exponencial da produção e da produtividade da soja, e esse cenário motivou a realização deste estudo.

E, ao longo da construção deste estudo foi possível conhecer e analisar melhor o mercado da soja em diferentes escalas, iniciando-se no nível global, passando pelo nacional e pelo nível estadual (Mato Grosso).

Um aspecto comum e observado em todos os níveis e escalas foi o elevado grau de inserção dessa cadeia nas redes globais de produção, observado a partir de diferentes relacionamentos e dinâmicas ocorridos na rede global da soja.

A característica mais evidente na rede da cadeia produtiva da soja diz respeito à presença das empresas transnacionais, que são líderes desse mercado independentemente do recorte espacial analisado. São praticamente os mesmos nomes que aparecem no plano global e no local, como é o caso de Fosfertil, Yara, Mosaic, Trevo, Heringer no setor de fertilizantes; Syngenta, Bayer, Basf, FMC e DuPont nos defensivos; Monsanto, Pionner, Syngenta, Limagrain, KWS, Dow AgroSciences e Bayer nas sementes; CNH (New Holland e Case), AGCO (Massey Ferguson e Valtra) e John Deere na indústria de máquinas e equipamentos agrícolas; ADM, Bunge, Cargill e Dreyfus no esmagamento da soja e nas exportações *in natura*.

No entanto, nesse cenário também foram observados grupos de empresas nacionais com expressiva participação na rede de suprimentos, como o caso do Grupo Amaggi, Bom Jesus e Caramuru na produção de grãos e sementes e no processamento da soja; Nortox e Ouro Fino nos defensivos; e Agrale na produção de máquinas e tratores.

No seguimento de países importadores de soja *in natura* do Estado de Mato Grosso, a China ocupa posição de destaque, seguida por Tailândia, Holanda, Japão e Coreia do Sul; juntos, esses países são responsáveis por consumir 23,8% de toda a soja exportada por Mato Grosso, por intermédio de cinco *tradings*: Amaggi, Bunge, ADM, Cargill e Louis Dreyfus.

Ao analisar as variáveis influenciadas pela atividade antrópica decorrente da produção de soja nos municípios mato-grossenses, observam-se três dimensões afe-

tadas.

A primeira dimensão encontrada está relacionada com a produção de soja, pois o volume da produção depende da área para seu plantio, que por sua vez impacta as emissões de CO₂ e o valor da produção promove a elevação do Índice de Desenvolvimento Rural-IDR.

A segunda dimensão está relacionada com variáveis sociais e indica que a produção de soja promove uma melhora mais acentuada nos indicadores sociais nos municípios onde ocorre a produção de soja; esse evento também foi observado nos estudos de [Anholeto & Massuquetti \(2015\)](#); [Abiove \(2017\)](#); [Vituri \(2010\)](#).

A terceira dimensão relaciona-se com os aspectos demográficos, pois observou-se que a produção de soja é mais frequente em municípios que possuem maiores extensões territoriais, facilitando a expansão de áreas para cultivo, e permite atender à legislação ambiental no que diz respeito às áreas de preservação e de matas nativas, conforme os estudos de [Bernardi et al. \(2014\)](#); [Hirakuri et al. \(2014\)](#); [WWF \(2014\)](#).

Como a logística do escoamento da safra de soja impacta diretamente nos custos de produção e, consequentemente, a competitividade da rede de relacionamento da soja de Mato Grosso foram observadas algumas alternativas para a movimentação dos grãos que podem reduzir os custos com transporte.

A rede de relacionamento entre as macrorregiões e os principais portos de escoamentos de soja, utiliza 34 rotas para a movimentação e gera um custo com transporte no montante de R\$ 241,13 milhões, e de acordo com as observações e estudos realizados, podem ser reduzidas para 13 rotas, com custo de transporte no valor de R\$ 216,41 milhões, uma economia de R\$ 24,72 milhões por safra.

A soja perde competitividade frente a outros países produtores, em especial pelos impactos negativos da logística de escoamento. O Brasil, e em especial o estado de Mato Grosso, carece de estruturas logísticas eficientes como áreas de armazenagem, infraestrutura viária, disponibilidade de modais de transporte de grande capacidade como transporte ferroviário e hidroviário.

Em função desse déficit, os custos de transporte para a soja podem chegar a 25% do valor do produto, e o grande entrave é o excesso do uso de transporte rodoviário com menor capacidade de carga e maior custo de transporte por tonelada por quilômetro. O modal rodoviário apresenta uma série de entraves, que vão desde a sua baixa capacidade e densidade de frota, má estado de conservação, altos índices de acidentes até perdas de grãos no fluxo do transporte.

Também há a concentrada capacidade portuária brasileira, pois o Brasil possui apenas dois portos com grande capacidade para o escoamento de grãos, que são Paranaguá, no Estado do Paraná, e Santos, no estado de São Paulo.

A realização deste estudo permitiu elucidar os déficits logísticos que afetam a rede de suprimentos da soja de Mato Grosso; as principais contribuições ambientais,

sociais e econômicas decorrentes da produção de soja; e por meio da perspectiva de especialistas e produtores levantaram-se e atribuíram-se pesos aos fatores de decisão para o plantio e desenvolvimento da cadeia da soja.

Na perspectiva dos especialistas e produtores de soja do estado de Mato Grosso, foi possível evidenciar que a soja é a mais importante cadeia de produção brasileira da região centro-oeste.

E dentre os fatores que podem afetar a decisão de produção estão relacionados ao custo dos insumos agrícolas, o financiamento agrícola, o clima e a qualidade de solo têm um peso elevado no fator de decisão, e representam cerca de 70% do modelo.

Isso indica que tanto produtores como especialistas são enfáticos em reconhecer que o produtor está preocupado em atingir bons níveis de produtividade com baixos custos operacionais, pois esses fatores afetam diretamente a sua margem de lucro.

Outro encontrado relevante é a logística, embora sendo apontada como estratégica, não é considerada como impactante para a decisão dos produtores.

De forma geral, espera-se que tenha ficado evidente a urgente necessidade da criação de políticas públicas para a realização de investimentos na infraestrutura logística; na ampliação e diversificação dos estudos na área de comercialização da soja, de forma a permitir o fortalecimento da participação mato-grossense rede global de suprimentos da soja.

Estudos futuros

Com a realização deste estudo, lacunas permaneceram obscuras, e que precisam ser estudadas com profundidade, sugerindo-se a realização de estudos futuros acerca dos temas:

- Suscitar e aferir as motivações pela diferença dos preços da saca da soja na Bolsa de Chicago e os preços nas diferentes microrregiões de Mato Grosso;
- Levantar e aferir quais são os fatores de decisão para o plantio, logística, comercialização e produção rural na perspectiva das *tradings* e transportadoras;
- Criar um modelo econométrico para auxiliar na tomada de decisão para sojicultores, utilizando os critérios e subcritérios de comercialização, logística e produção rural.

Referências

- Abiove, A. B. d. I. d. I. V. (2017). Importância Econômica e Social da Cadeia Produtiva de Oleaginosa. URL: <http://www.abiove.org.br/site/index.php?page=importancia-economica-e-social&area=NC0yLTI>.
- Abrasem (2016). Anuário 2015. Technical Report 01 Associação Brasileira de Sementes e Mudas Brasília. URL: http://www.abrasem.com.br/wp-content/uploads/2013/09/Anuario_ABRASEM_2015.pdf.
- ADM, A.-D.-M. C. (2016). ADM: Brazil. URL: <http://www.adm.com/pt-BR/worldwide/brazil/Paginas/default.aspx>.
- Aguiar, D. R. D., & Matsuoka, B. P. (2016). Mudanças na Pauta de Exportações e a Primarização do Complexo Soja. *Revista de Política Agrícola*, 25, 20–34.
- Alejandro, V. I. O., & Norman, A. G. (2005). *Manual introdutório à análise de redes sociais*. Technical Report Universidad Autonoma Del Estado de México - UAEM. URL: <http://api.ning.com/files>.
- Amaggi (2016). Amaggi: História. URL: <http://amaggi.com.br/sobre/historia/>.
- Amaral, M. d., Almeida, M. S., & Morabito, R. (2012). Um modelo de fluxos e localização de terminais intermodais para escoamento da soja brasileira destinada à exportação. *Gestão & Produção*, 19, 717–732.
- ANDA, A. N. p. D. d. A. (2015). Anuário Estatístico do Setor de Fertilizantes. Technical Report ANDA São Paulo. URL: <http://anda.org.br>.
- Anfavea (2018). Anuário da Indústria Automobilística Brasileira 2018. Technical Report Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores - ANFAVEA São Paulo. URL: <http://www.anfavea.com.br/>.
- Anholeto, C. D., & Massuquetti, A. (2015). A soja brasileira e gaúcha no período 1994-2010: Uma análise da produção, exportação, renda e emprego. *Revista Economia e Desenvolvimento*, 13.
- Arenales, M., Morabito, R., Armentano, V., & Yanasse, H. (2015). *Pesquisa Operacional: para cursos de engenharia*. (2nd ed.). Rio de Janeiro: Elsevier.
- Arvor, D., Gonçalves, M. M., Moine, S., & Vitter, M. (2010). A evolução do setor soja no Mato Grosso. *Confins*, . URL: <http://confins.revues.org/6767>. doi:[10.4000/confins.6767](https://doi.org/10.4000/confins.6767).

Barros, M. S., Marins, C. S., & Souza, D. O. (2009). O uso do método de análise hierárquica (AHP) na tomada de decisões gerenciais - Um estudo de caso. In *XXIX ENEGEP*. Salvador.

Batista, N. T. F., Ragagnin, V. A., Hack, E., Görgen, A. L., & Martins, d. d. S. (2016). Atributos químicos de um latossolo vermelho amarelo sob cultivo de soja e sorgo submetido ao uso de basalto moído. In *Anais do III Congresso Brasileiro de Rochagem*. Pelotas: Embrapa Clima Temperado; Brasília: Embrapa Cerrados; Assis: Triunfal Gráfica e Editora,.

Bernardi, A. C. d. C., Naime, J. d. M., Resende, I. V. d., Bassoi, L. H., & Inamasu, R. Y. (2014). *Agricultura de precisão: resultados de um novo olhar..* Brasília: EMBRAPA.

Bertrand, J.-P., Cadier, C., & Gasquès, J. G. (2005). Le crédit : un des facteurs clés de l'expansion de la filière soja dans le Mato Grosso. *Cahiers Agricultures*, 14, 46–52. URL: <http://revues.cirad.fr/index.php/cahiers-agricultures/article/view/30487>.

Bilich, F., & Silva, R. d. (2006). Análise multicritério da produção de biodiesel. In *XXXVII Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional*. Goiânia.

Bom Jesus (2018). História do Grupo Bom Jesus. URL: <http://www.sementesbomjesus.com.br/grupo-bom-jesus/>.

Bonanno, A., Constance, D. H., & Lorenz, H. (2000). Powers and Limits of Transnational Corporations: The Case of ADM. *Rural Sociology*, 65, 440–460. doi:doi.org/10.1111/j.1549-0831.2000.tb00038.x.

Bonato, G. (2016). Tradings do ABCD Perdem Espaço no Mercado Brasileiro de Grãos para Rivais da Ásia. URL: <http://br.reuters.com/article/businessNews/idBRKCN0WP2BM?pageNumber=3&virtualBrandChannel=0&sp=true>.

Borgatti, S., Everett, M., & Freeman, L. (2002). *Ucinet 6 for Windows: Software for Social Network Analysis*. Massachusetts: Analytic Technologies Harvard.

Borgatti, S. P., & Everett, M. G. (2006). A Graph-theoretic perspective on centrality. *Social Networks*, 28, 466–484. URL: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0378873305000833>. doi:[10.1016/j.socnet.2005.11.005](https://doi.org/10.1016/j.socnet.2005.11.005).

Borgatti, S. P., & Li, X. (2009). On Social Network Analysis in a Supply Chain Context. *Journal of Supply Chain Management*, 45, 5–22. URL: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1745-493X.2009.03166.x>. doi:[10.1111/j.1745-493X.2009.03166.x](https://doi.org/10.1111/j.1745-493X.2009.03166.x).

- BUNGE (2015). *Annual Report: Solid Performance & Strategic Progress..* Technical Report BUNGE Nova York.
- Bustos, P., Garber, G., & Ponticelli, J. (2016). *Capital Allocation Across Sectors: Evidence from a Boom in Agriculture.* Working Paper Series (january ed.). Brasília: Banco Central do Brasil.
- Caligaris, G. (2017). Las grandes empresas agropecuarias en Argentina: los casos de Cresud y El Tejar. *Cuadernos de Economía*, 36, 469–488. URL: <http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/ceconomia/article/view/51423>. doi:[10.15446/cuad.econ.v36n71.51423](https://doi.org/10.15446/cuad.econ.v36n71.51423).
- Caramuru (2018). Caramuru Alimentos: História do Grupo Caramuru. URL: http://www.caramuru.com/institucional/?page_id=51.
- CARGILL, C. (2016a). Cargill Company History. URL: <http://www.company-histories.com/Cargill-Inc-Company-History.html>.
- CARGILL, C. (2016b). Cargill Investe no Terminal de Grãos em Porto Velho. URL: <http://www.cargill.com.br/pt/noticias/NA31898258.jsp>.
- Carneiro, D. M., Duarte, S. L., & Costa, S. A. d. (2015). Determinantes dos custos da produção de soja no Brasil. In *XXII Congresso Brasileiro de Custos - ABC*. Foz do Iguaçu. URL: <https://anaiscbc.emnuvens.com.br/anais/article/view/3935>.
- Clapp, J. (2015). ABCD and Beyond: From Grain Merchants to Agricultural Value Chain Managers. *Canadian Food Studies / La Revue canadienne des études sur l'alimentation*, 2, 126. URL: <http://canadianfoodstudies.uwaterloo.ca/index.php/cfs/article/view/84>. doi:[10.15353/cfs-rcea.v2i2.84](https://doi.org/10.15353/cfs-rcea.v2i2.84).
- Cobério, C. G. V. (2014). *Modernização Agrícola e Monopólio: A Cargill no México e no Brasil (Décadas de 1960 e de 1970).* Tese Universidade de São Paulo São Paulo.
- Company, B. ., & Energy, G. (2014). *Potencial de Diversificação da Indústria Química Brasileira.* Technical Report 01 BNDES - Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social Rio de Janeiro. URL: https://web.bnDES.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/7671/1/Potencial%20de%20diversifica%C3%A7ao%20da%20industria%20quimica_rel.6_metionina_P_BD.pdf.
- CONAB, C. N. d. A. (2016). *Indicadores da Agropecuária.* Technical Report Ano XXV, n. 1 Conab Brasília. URL: http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_01_29_16_50_19_revista-janeiro-internet.pdf.

- CONAB, C. N. d. A. (2017). *Séries Históricas de Área Plantada, Produtividade e Produção, Relativas às Safras 1976/77 a 2015/16 de Grãos*. Technical Report Ano XXVI, n. 1 Conab Brasília. URL: http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1252&t=2&Pagina_objcmsconteudos=3#A_objcmsconteudos.
- Costa, J. B. d. S., Rodrigues, M. d. M., & Felipe, A. P. M. (2008). Utilização do método de análise hierárquica (AHP) para escolha de interface telefônica. In *Encontro Nacional de Engenharia de Produção*. Rio de Janeiro: ABEPRO.
- Fantini, B. (2011). *¿Cómo Afecta el Proceso de Business Excellence a la Cultura y el Liderazgo de la Organización?: El Caso Cargill /Finexcor*. Dissertação Universidad de San Andrés Argentina.
- FAS, F. A. S. (2018a). *Oilseeds: World Markets and Trade*. Technical Report USDA -United States Department of Agriculture Washington. URL: <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/oilseeds.pdf>.
- FAS, F. A. S. (2018b). *World Agricultural Production: Circular Series November 2018..* Technical Report USDA -United States Department of Agriculture Washington. URL: <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/production.pdf>.
- FAS/USDA (2016). *World Agricultural Production: Circular Series July 2016..* Technical Report USDA -United States Department of Agriculture Washington. URL: <http://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/production.pdf>.
- Fernandes, E., Guimarães, B. d. A., & Matheus, R. R. (2009). *Principais Empresas e Grupos Brasileiros do Setor de Fertilizantes*. Technical Report 29 BNDES - Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social Brasília. URL: https://www.bnDES.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bnDES_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/bnset/Set2906.pdf.
- Ferreira, T. F. P. (2013). *Redes Sociais e Classificação Conceptual: Abordagem Complementar para um Sistema de Recomendação de Coautorias*. Dissertação Faculdade de Economia da Universidade do Porto Portugal.
- Freeman, L. C. (1978). Centrality in social networks: Conceptual clarification. *Social networks*, 1, 215–239. URL: <http://leonidzhukov.ru/hse/2013/socialnetworks/papers/freeman79-centrality.pdf>.
- Freitas, F. D. S., & Albrecht, A. J. P. (2016). Estudo do Mercado das Mantenedoras das Cultivares de Soja no Estado do Mato Grosso. *Revista iPecege*, . URL: <https://revista.ipecege.org.br/Revista/article/view/19>. doi:[10.22167/r.ipecege.2015.3-4.7](https://doi.org/10.22167/r.ipecege.2015.3-4.7).

- Freitas, G. d. S., & Massuquetti, A. (2013). A Competitividade e o Grau de Concentração das Exportações do Complexo Soja do Brasil, da Argentina e dos Estados Unidos da América No Período 1995/2010, . 16, 3113– 3133.
- Garrett, R. D., Lambin, E. F., & Naylor, R. L. (2013). Land institutions and supply chain configurations as determinants of soybean planted area and yields in Brazil. *Land Use Policy*, 31, 385–396. URL: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0264837712001445>. doi:[10.1016/j.landusepol.2012.08.002](https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2012.08.002).
- Gil, A. C. (2007). *Como elaborar projetos de pesquisa*. São Paulo: Atlas.
- Goldsmith, P. D. (2008). Soybean Production and Processing in Brazil. In L. A. Johnson, P. J. White, & R. Galloway (Eds.), *Soybeans: chemistry, production, processing, and utilization*. Urbana, IL: AOCS Press.
- Gras, C., & Hernandez, V. (2013). Los pilares del modelo "agribusiness"y sus estilos empresariales. In *El agro como negocio : produccion, sociedad y territorios en la globalizacion* (pp. 17–46). Biblos. URL: <http://www.documentation.ird.fr/hor/fdi:010062123>.
- Hair, J. F. (Ed.) (2006). *Multivariate data analysis*. Upper Saddle River, N.J: Pearson Prentice Hall.
- Hirakuri, M. H., Castro, C., Franchini, J. C., Debiased, H., Procópio, S. d. O., & Balbinot Junior, A. A. (2014). *Indicadores de Sustentabilidade da Cadeia Produtiva da Soja no Brasil..* Londrina: Embrapa Soja.
- Hirakuri, M. H., & Lazzarotto, J. J. (2011). *Evolução e perspectiva de desempenho econômico associados com a produção de soja nos contextos mundial e brasileiro..* (3rd ed.). Londrina: Embrapa Soja. URL: http://www.cnpsso.embrapa.br/download/Doc319_3ED.pdf.
- IBGE (2016). *Atlas Nacional*. Technical Report Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. URL: http://www.ibge.gov.br/apps/atlas_nacional/.
- IBGE (2017). *Levantamento Sistemático da Produção Agrícola*. Technical Report Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística Rio de Janeiro. URL: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/economicas/agricultura-e-pecuaria/9201-levantamento-sistematico-da-producao-agricola.html?=&t=o-que-e>.
- IMEA, I. M. G. d. E. A. (2014). *Agronegócio no Brasil e em Mato Grosso*. Technical Report IMEA Cuiabá.

- IMEA, I. M. G. d. E. A. (2017a). *Boletim de Conjuntura Econômica*. Technical Report IMEA Cuiabá.
- IMEA, I. M. G. d. E. A. (2017b). *Composição do funding do custeio da soja para safra 2017/18 em Mato Grosso..* Technical Report Dezembro/2017 IMEA Cuiabá. URL: <http://www.imea.com.br/imea-site/view/uploads/relatorios-mercado/Funding%20soja.pdf>.
- ISF (2015). *Seed Company turnover in million USD*. Technical Report 01 International Seed Federation Nyon, Suíça. URL: www.worldseed.org.
- Ishizaka, A., & Labib, A. (2009). Analytic Hierarchy Process and Expert Choice: Benefits and limitations. *OR Insight*, 22, 201–220. URL: <http://link.springer.com/10.1057/ori.2009.10>. doi:[10.1057/ori.2009.10](https://doi.org/10.1057/ori.2009.10).
- Konowalenko, M., & Cruz, J. (2016). *BALANÇO 2015 - Setor de Agroquímicos Confirma queda de Vendas*. Technical Report 01 SINDIVEG - Sindicato Nacional da Indústria de Produtos para Defesa Vegetal São Paulo. URL: <http://www.sindiveg.org.br/docs/balanco-2015.pdf>.
- Kulaif, Y., & Fernandes, F. R. C. (2010). Panorama dos Agrominerais no Brasil: Atualidade e Perspectivas. In F. R. C. Fernandes, A. B. d. Luz, & Z. C. Castilhos (Eds.), *Agrominerais para o Brasil*. Rio de Janeiro: Centro de Tecnologia Mineral.
- Kumagai, E., & Sameshima, R. (2014). Genotypic Differences in Soybean Yield Responses to Increasing Temperature in a Cool Climate are Related to Maturity Group. *Agricultural and Forest Meteorology*, 198-199, 265–272. URL: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S016819231400207X>. doi:[10.1016/j.agrformet.2014.08.016](https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2014.08.016).
- Kussano, M. R., & Batalha, M. O. (2012). Custos logísticos agroindustriais: avaliação do escoamento da soja em grão do Mato Grosso para o mercado externo. *Gestão & Produção*, 19, 619 – 632. URL: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-530X2012000300013&nrm=iso.
- LDC, C. (2016). Louis Dreyfus Company: Key Periods in Our History. URL: <http://www.ldcom.com/global/en/about-us/our-heritage>.
- Lima, L. d. O. (2009). Sistema produtivo da soja: oligopólio mundial, investimento estratégico e arena competitiva. In *XLVII Congresso da SOBER. Porto Alegre-RS/Brazil. Retrieved March* (pp. 1–18). volume 47.

Luedemann, M. d. S. (2009). O Desenvolvimento do Agronegócio no Brasil Central: Um Estudo sobre Mato Grosso. In *XII Encuentro de Geógrafos de América Latina, 2009*. Easy Planner.

Machado, S. T., Reis, J. G. M., & Santos, R. C. (2013). A Cadeia Produtiva da Soja: Uma Perspectiva da Estratégia de Rede de Suprimento Enxuta. *ENCICLOPÉDIA BIOSFERA - Centro Científico Conhecer*, 9, 1–16.

Maia, G. B. d. S., Pinto, A. d. R., Marques, C. Y. T., Lyra, D. D., & Roitman, F. B. (2013). Panorama da armazenagem de produtos agrícolas no Brasil. *Revista do BNDES*, 40, 161–193. URL: <http://web.bnDES.gov.br/bib/jspui/handle/1408/13445>.

MAPA, M. d. A., Pecuária e Abastecimento (2014). *Projeções do Agronegócio*. Technical Report MAPA Brasília.

MAPA, M. d. A., Pecuária e Abastecimento (2016). Indicadores de Exportação e Importação - AgroStat. URL: <http://indicadores.agricultura.gov.br/agrostat/index.htm>.

Mazzali, L. (2000). *O Processo Recente de Reorganização Agroindustrial: do Complexo à Organização "em Rede"*. Coleção Prismas (1st ed.). São Paulo, SP: Editora UNESP.

MDIC (2018a). *Balança comercial brasileira: Unidades da Federação*. Technical Report Indústria e Comércio Exterior, Ministério do Desenvolvimento - MDIC. URL: <http://www.mdic.gov.br/index.php/comercio-exterior/estatisticas-de-comercio-exterior/balanca-comercial-brasileira-unidades-da-federacao>.

MDIC, M. d. D., Indústria e Comércio Exterior (2018b). *Balança comercial brasileira: Acumulado do ano*. Technical Report MDIC Brasília. URL: <http://www.mdic.gov.br/comercio-exterior/estatisticas-de-comercio-exterior/balanca-comercial-brasileira-acumulado-do-ano>.

Medeiros, A. P. d., Bender Filho, R., Vieira, K. M., & Ceretta, P. S. (2017). Análise do Impacto do Crédito Rural na Produção Agrícola Brasileira no Período 2006-2014. *Revista em Agronegócio e Meio Ambiente*, . URL: <http://periodicos.unicesumar.edu.br/index.php/rama/article/view/5082>. doi:[10.17765/2176-9168.2017v10n3p729-755](https://doi.org/10.17765/2176-9168.2017v10n3p729-755).

Medina, G. (2017). Dinâmicas Internacionais do Agronegócio e Implicações para a Política Agrícola Brasileira. *Revista de Estudos Sociais*,

. URL: <http://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/res/article/view/4462>. doi:[10.19093/res4462](https://doi.org/10.19093/res4462).

Medina, G., Ribeiro, G., & Brasil, E. M. (2015). Participação Brasileira na Cadeia da Soja: Lições para o Futuro do Agronegócio Nacional. *Revista de Economia e Agronegócio*, (pp. 1–38). URL: <http://www.revistarea.ufv.br/index.php/rea/article/view/339/254>. doi:[10.25070/rea.v13i1,2,3.339](https://doi.org/10.25070/rea.v13i1,2,3.339).

Murphy, S., Burch, D., & Clapp, J. (2012). *Cereal secrets: The World's Largest Grain Traders and Global Agriculture*. Oxfam Research Reports. URL: <http://hdl.handle.net/10546/237131>.

Oliveira, A. U. d. (2014). A Mundialização da Agricultura Brasileira. In *Estudios Territoriales* (pp. 1–15). VI CIETA Congresso Ibero-americano de Estudos Territoriais e Ambientais.

Onde, V. (2015). Arrumando a casa. URL: <https://www.dinheirorural.com.br/secao/agronegocios/arrumando-casa>.

Paula, S. R. L. d., & Faveret Filho, P. d. S. C. (1998). Panorama do complexo soja. *BNDES Setorial, Rio de Janeiro*, (pp. 119–152).

Pelaez, V. M., da Silva, L. R., Guimarães, T. A., Dal Ri, F., & Teodorovicz, T. (2015). A (des) coordenação de políticas para a indústria de agrotóxicos no brasil. *Revista Brasileira de Inovação*, . URL: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/rbi/article/view/8649104/15653>.

Pires, G. F., Abrahão, G. M., Brumatti, L. M., Oliveira, L. J., Costa, M. H., Liddicoat, S., Kato, E., & Ladle, R. J. (2016). Increased climate risk in Brazilian double cropping agriculture systems: Implications for land use in Northern Brazil. *Agricultural and Forest Meteorology*, 228-229, 286–298. URL: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0168192316303318>. doi:[10.1016/j.agrformet.2016.07.005](https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2016.07.005).

PONTES, H. L. J., DO CARMO, B. B. T., & PORTO, A. J. V. (2009). Problemas logísticos na exportação brasileira da soja em grão. *Revista Eletrônica Sistemas & Gestão*, 4, 155–181.

Qiu, L., & Chang, R. (2010). The origin and history of soybean. In S. Guriqbal (Ed.), *The soybean: botany, production and uses* (pp. 1–23). Wallingford: CABI. URL: <http://www.cabi.org/cabebooks/ebook/20103250960>. doi:[10.1079/9781845936440.0001](https://doi.org/10.1079/9781845936440.0001).

- Reis, J. G. M., Neto, M. M., Vendrametto, O., & Costa Neto, P. L. d. O. (2015). *Qualidade em redes de suprimentos: a qualidade aplicada ao Supply Chain Management*. São Paulo: Atlas.
- Richards, P., Pellegrina, H., VanWey, L., & Spera, S. (2015). Soybean Development: The Impact of a Decade of Agricultural Change on Urban and Economic Growth in Mato Grosso, Brazil. *PLOS ONE*, 10. URL: <http://dx.plos.org/10.1371/journal.pone.0122510>. doi:[10.1371/journal.pone.0122510](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0122510).
- Sá, A. J. d., & Albano, G. P. (2011). Globalização da Agricultura: Multinacionais no Campo Brasileiro. *Revista de Geografia (UFPE)*, 28, 54–80. URL: <http://www.revista.ufpe.br/revistageografia/index.php/revista/article/view/459/335>.
- SAATY, T. L. (2008). Decision making with the analytic hierarchy process. *International Journal of Services Sciences.*, 1, 83–98.
- Samora, R. (2011). Grupo argentino El Tejar lidera em produção de soja no Brasil. URL: <https://br.reuters.com/article/domesticNews/idBRSPE7600KX20110701>.
- Sampaio, L. M. B., Sampaio, Y., & Bertrand, J.-P. (2012). Fatores Determinantes da Competitividade dos Principais Países Exportadores do Complexo Soja no Mercado Internacional, . 14, 227–242.
- Santos, A. J., Calabrezi, S. R., & Bicalho, S. T. T. (2017). O Impacto da Integração entre Modais no Custo de Frete e na Emissão de CO₂ no Transporte de Farelo de Soja de SORRISO (MT) ao PORTO DE SANTOS (SP). *Reverte - Revista de Estudos e Reflexões Tecnológicas da Faculdade de Indaiatuba*, (pp. 1–18).
- Santos, C., & Steffen, P. (2016). *China: Alimentos e Bebidas - 2016*. Technical Report 01 ApexBrasil Brasília. URL: <http://arq.apexbrasil.com.br/emails/institucional/2016/46/oportunidades.pdf>.
- Schnepf, R. D., Dohlman, E. N., & Bolling, H. C. (2001). *Agriculture in Brazil and Argentina: developments and prospects for major field crops*. United States: United States Department of Agriculture, Economic Research Service.
- SEAE (2015). *Panorama do Mercado de Fertilizantes*. Technical Report Panoramas Setoriais Secretaria de Acompanhamento Econômico do Ministério da Fazenda Brasília. URL: <http://www.seae.fazenda.gov.br/central-de-documentos/panoramas-setoriais/Fertilizantes.pdf>.
- Sedyama, A. F., Castro Júnior, L. G. d., Calegario, C. L. L., & Siqueira, P. H. d. L. (2013). Análise da Estrutura, Conduta e Desempenho da Indústria Processadora

de Soja no Brasil no Período de 2003 a 2010. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, 51, 161–182. URL: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-20032013000100009&lng=pt&nrm=iso&tlang=en. doi:[10.1590/S0103-20032013000100009](https://doi.org/10.1590/S0103-20032013000100009).

SEPLAN, S. d. E. d. P. e. C. G. (2013). *Mato Grosso em números: um diagnóstico da realidade de Mato Grosso*. Technical Report Governo do Estado de Mato Grosso Cuiabá.

SEPLAN, S. d. E. d. P. e. C. G. (2016). *Release N. 4 - Agropecuária de Mato Grosso*. Technical Report Governo do Estado de Mato Grosso Cuiabá.

Serra, F. R., Ferreira, M. P., & Contrigiane, E. (2008). O Turnaround da Bunge nos Anos 90. *globADVANTAGE: Center of Research in International Business & Strategy*, (pp. 4–37). URL: <https://iconline.ipleiria.pt/handle/10400.8/32>.

Silva, F. F., & Cardoso, W. L. (2006). O Desenvolvimento das Fontes Informais de Crédito na Década de 1990 e a Mudança de Relação dos novos Agentes – O Caso da Caramuru Alimentos Ltda. In *XLIV CONGRESSO DA SOBER* (pp. 1–21). volume 44.

Silva, M. R. C. e., Leão, C., Silva, R. M. d. M., & Sousa, A. D. S. (2016). Expansão da Cultura de Soja, Infraestrutura Viária e Desenvolvimento Regional: a BR 158 e o Vale do Araguaia Mato-Grossense entre 1990 e 2010. *Revista Brasileira de Desenvolvimento Regional*, 3, 135–159. URL: <http://proxy.furb.br/ojs/index.php/rbdr/article/view/5444>. doi:[10.7867/2317-5443.2015v3n2p135-159](https://doi.org/10.7867/2317-5443.2015v3n2p135-159).

Silva, R. P. d., & Vian, C. E. d. F. (2017). Avaliação Ex-post de Ato de Concentração na Indústria de Máquinas Agrícolas com o Uso de Séries Temporais1. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, . doi:[10.1590/1234-56781806-94790550109](https://doi.org/10.1590/1234-56781806-94790550109).

Singh, C., Dorward, P., & Osbahr, H. (2016). Developing a holistic approach to the analysis of farmer decision-making: Implications for adaptation policy and practice in developing countries. *Land Use Policy*, 59, 329–343. URL: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0264837715300879>. doi:[10.1016/j.landusepol.2016.06.041](https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2016.06.041).

Sojamo, S., & Larson, E. A. (2012). Investigating Food and Agribusiness Corporations as Global Water Security, Management and Governance Agents: The Case of Nestlé, Bunge and Cargill. *Water Alternatives Association*, 5, 619–635.

Souza, M. D. B. d., Fontanetti, A., & Lopes-Assad, M. L. R. C. (2018). Remineralizer, vinasse, and cover crops on the biometric parameters and nutrition of

common bean. *Científica*, 46, 82. URL: <http://cientifica.org.br/index.php/cientifica/article/view/1036>. doi:[10.15361/1984-5529.2018v46n1p82-94](https://doi.org/10.15361/1984-5529.2018v46n1p82-94).

Stevens, J. (2009). *Applied multivariate statistics for the social sciences*. (5th ed.). New York: Routledge.

Thakur, M., & Donnelly, K. A.-M. (2010). Modeling traceability information in soybean value chains. *Journal of Food Engineering*, 99, 98–105. URL: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0260877410000683>. doi:[10.1016/j.jfoodeng.2010.02.004](https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2010.02.004).

Toloi, R. C., Reis, J. G. M., Vendrametto, O., Machado, S. T., & Rodrigues, E. F. (2016). How to Improve the Logistics Issues During Crop Soybean in Mato Grosso State Brazil? In *6th International Conference on Information Systems, Logistics and Supply Chain*. Bordeaux: KEDGE Business School. URL: http://ils2016conference.com/wp-content/uploads/2015/03/ILS2016_WD02_2.pdf.

USDA, U. S. D. o. A. (2016). *World Agricultural Supply and Demand Estimates* volume 550. Washington: USDA. URL: <http://www.usda.gov/oce/commodity/wasde/latest.pdf>.

Vegro, C. L. R., & Ferreira, C. R. R. P. T. (2015). *Segmento de Máquinas Agrícolas Automotriz Encolhe Anunciando Mais Crise*. Technical Report v. 10, n. 7 Instituto de Economia Agrícola - IEA São Paulo. URL: <http://www.iea.agricultura.sp.gov.br/out/LerTexto.php?codTexto=13739>.

Vergara, S. C. (2014). *Projetos e relatórios de pesquisa em administração*. São Paulo: Atlas.

Vituri, M. N. (2010). *Um Estudo Baseado nos Indicadores do Setor Agropecuário e o Desenvolvimento Socioeconômico nos Municípios do Estado de Mato Grosso do Sul*. Dissertação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul Campo Grande.

Wanderley, A. J., Duarte, A. N., Brito, A. V. d., Mateus A. S., Prestes, M. A. S., & Fragoso, F. C. (2014). Identificando correlações entre métricas de Análise de Redes Sociais e o h-index de pesquisadores de Ciência da Computação. In *III Brazilian Workshop on Social Networks Analysis and Mining*. SBC - Sociedade Brasileira de Computação.

Wesz Junior, V. J. (2014). *O Mercado da Soja e as Relações de Troca entre Produtores Rurais e Empresas no Sudeste de Mato Grosso (Brasil)*. Tese Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Instituto de Ciências Humanas e Sociais Rio de Janeiro.

- Wesz Junior, V. J. (2015). Diferenciação dos produtores de soja no sudeste de mato grosso–brasil. *GEOgraphia*, 17, 148–171.
- WWF, W. W. F. f. N. (2014). *The growth of Soy: Impacts and Solutions..* Technical Report WWF Suíça. URL: <http://www.wwf.org.br/informacoes/?38423/A-expansao-da-soja>.
- Yost, M. A., Kitchen, N. R., Sudduth, K. A., Sadler, E. J., Drummond, S. T., & Volkmann, M. R. (2017). Long-term impact of a precision agriculture system on grain crop production. *Precision Agriculture*, 18, 823–842. URL: <http://link.springer.com/10.1007/s11119-016-9490-5>. doi:[10.1007/s11119-016-9490-5](https://doi.org/10.1007/s11119-016-9490-5).

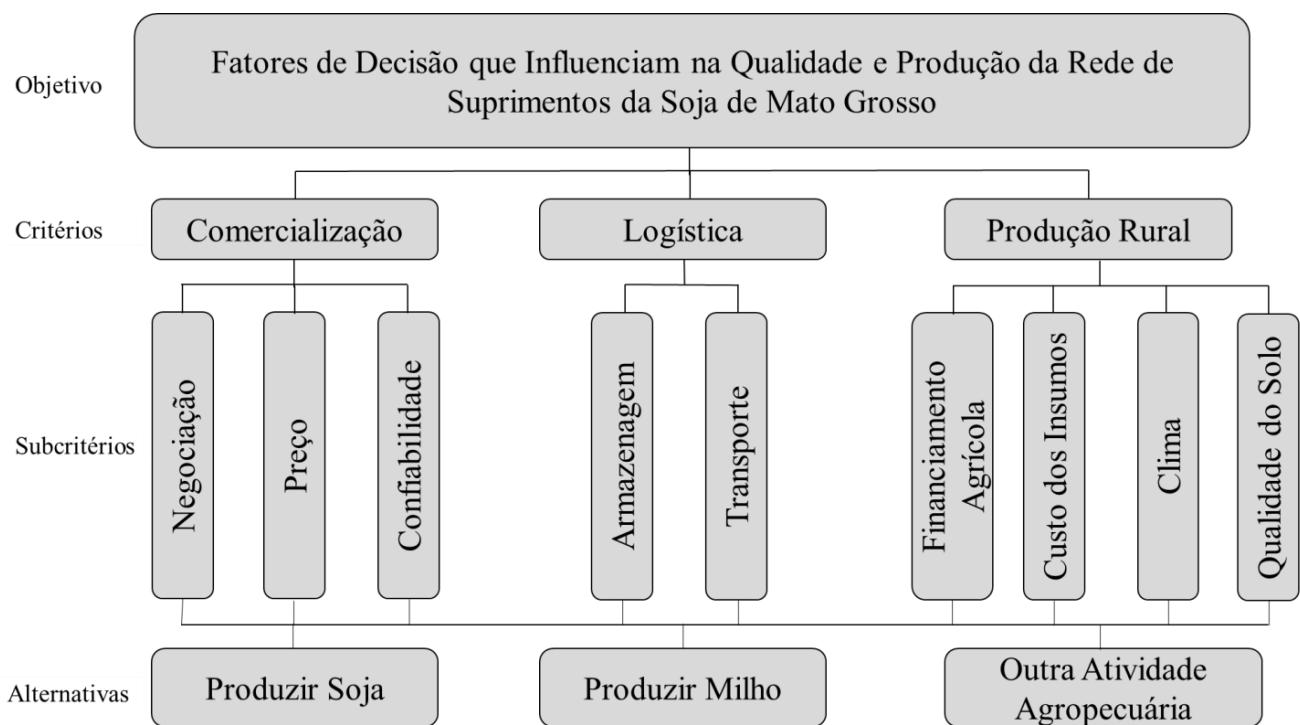
A Apêndice

Survey aplicado à especialistas e produtores para identificar quais são os fatores de decisão que influenciam na qualidade e produção da rede de suprimentos da soja de Mato Grosso.

Este questionário faz parte do estudo de Doutorado realizado na Universidade Paulista -UNIP desenvolvido pelo pesquisador Rodrigo Carlo Toloi, sob a orientação do Professor Doutor João Gilberto Mendes dos Reis.

O questionário foi elaborado com a intenção de **Identificar quais são os Fatores de Decisão que Influenciam na Qualidade e Produção da Rede de Suprimentos da Soja de Mato Grosso.**

A Arvore de decisão exemplifica os fatores que foram considerados para a tomada de decisão.



A sua resposta é muito importante para identificarmos os fatores que são considerados no momento de definir as estratégias.

Orientações para responder as questões de 01 à 3.

A Qualidade e Produção da Rede de Suprimentos da Soja de Mato Grosso sofrem a influência direta das variáveis **Produção**, **Logística** e **Comercialização**.

Assim os conceitos Produção, Comercialização e Logística, podem ser entendidos como:

Produção: Etapa do processo que envolve desde a disponibilidade de financiamento para custeio e investimento da atividade, preparo, correção e adubação da terra, plantio, aplicação de defensivos e colheita;

Comercialização: Etapa do processo que compreende a Venda da Soja, seja na forma de grãos, óleo ou farelo, tanto para o mercado interno quanto externo, sendo negociada com tradings, cooperativas ou compradores individuais;

Logística: Envolve a etapa do processo que compreende a movimentação e armazenagem dos insumos utilizados na produção, a movimentação de curta e longa distância da produção dos grãos, óleo e farelo bem como a sua armazenagem.

Diante desses entendimentos responda as questões 01 a 03.

Para entender a escala do Grau de Importância:

A escala do grau de importância servirá para averiguar quantas vezes um elemento é mais importante que o outro.

Desse modo, ao escolher a **intensidade 1** (Igual Importância) estará indicando que a duas alternativas tem o mesmo grau de importância no processo de tomada de decisão.

No entanto, ao escolher a **intensidade 9** (Importância Absoluta) evidencia que a opção escolhida tem elevada importância no processo de tomada de decisão.

5. 1 - Qual o fator é mais importante do ponto de vista da tomada de decisão?

Marcar apenas uma oval.

Produção

Logística

6. 1.1 - Pondere o grau de importância entre a comparação da alternativa anterior.

Marcar apenas uma oval.

1 2 3 4 5 6 7 8 9

Igual Importância Importância Absoluta

7. 2 - Qual o fator é mais importante do ponto de vista da tomada de decisão?

Marcar apenas uma oval.

Produção

Comercialização

8. 2.1 - Pondere o grau de importância entre a comparação da alternativa anterior.

Marcar apenas uma oval.

1 2 3 4 5 6 7 8 9

Igual Importância Importância Absoluta

9. 3 – Qual o fator é mais importante do ponto de vista da tomada de decisão?

Marcar apenas uma oval.

Logística

Comercialização

10. 3.1 – Pondere o grau de importância entre a comparação da alternativa anterior.

Marcar apenas uma oval.



Orientações para responder as questões de 04 à 09.

A Qualidade e Produção da Rede de Suprimentos da Soja de Mato Grosso sofrem a influência direta da variável **Produção**.

Considerando os aspectos da **Etapa de Produção** de soja, que envolve desde a disponibilidade de financiamento para custeio e investimento na atividade, preparo, correção e adubação da terra, plantio, aplicação de defensivos e colheita.

A **Qualidade do Solo** refere-se ao tipo de solo mais adequado ao cultivo da soja, que proporciona maior produtividade e menor gasto com correção e controle de pragas;

O **Clima** está relacionado com luminosidade abundante em todos os meses do ano, índice pluviométrico bem distribuído ao longo do ano e pressão atmosférica favorável ao cultivo da soja;

O **Custo dos Insumos** diz respeito aos custos para aquisição, transporte e tempo de entrega dos insumos diretos e indiretos necessários para a realização do cultivo da soja;

O **Financiamento Agrícola** pode ser entendido como a disponibilidade de aporte financeiro por parte de instituições bancárias para atender o custeio ou os investimentos necessários para a Produção Agrícola de Soja;

Diante dos conceitos apresentados responda e pontue as questões de 04 a 09.

Para entender a escala do Grau de Importância:

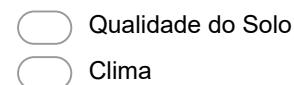
A escala do grau de importância servirá para averiguar quantas vezes um elemento é mais importante que o outro.

Desse modo, ao escolher a **intensidade 1** (Igual Importância) estará indicando que as duas alternativas têm o mesmo grau de importância no processo de tomada de decisão.

No entanto, ao escolher a **intensidade 9** (Importância Absoluta) evidencia que a opção escolhida tem elevada importância no processo de tomada de decisão.

11. 4 – Qual o fator é mais importante do ponto de vista da etapa da Produção?

Marcar apenas uma oval.



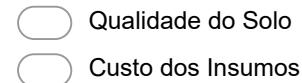
12. 4.1 – Pondere o grau de importância entre a comparação da alternativa anterior.

Marcar apenas uma oval.



13. 5 – Qual o fator é mais importante do ponto de vista da etapa da Produção?

Marcar apenas uma oval.



14. 5.1 – Pondere o grau de importância entre a comparação da alternativa anterior.

Marcar apenas uma oval.

| | | | | | | | | | |
|----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | |
| Igual Importância | <input type="radio"/> | Importância Absoluta |

15. 6 – Qual o fator é mais importante do ponto de vista da etapa da Produção?

Marcar apenas uma oval.

- Qualidade do Solo
 Financiamento Agrícola

16. 6.1 – Pondere o grau de importância entre a comparação da alternativa anterior.

Marcar apenas uma oval.

| | | | | | | | | | |
|----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | |
| Igual Importância | <input type="radio"/> | Importância Absoluta |

17. 7 – Qual o fator é mais importante do ponto de vista da etapa da Produção?

Marcar apenas uma oval.

- Clima
 Custo dos Insumos

18. 7.1 – Pondere o grau de importância entre a comparação da alternativa anterior.

Marcar apenas uma oval.

| | | | | | | | | | |
|----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | |
| Igual Importância | <input type="radio"/> | Importância Absoluta |

19. 8 – Qual o fator é mais importante do ponto de vista da etapa da Produção?

Marcar apenas uma oval.

- Clima
 Financiamento Agrícola

20. 8.1– Pondere o grau de importância entre a comparação da alternativa anterior.

Marcar apenas uma oval.

| | | | | | | | | | |
|----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | |
| Igual Importância | <input type="radio"/> | Importância Absoluta |

21. 9 – Qual o fator é mais importante do ponto de vista da etapa da Produção?

Marcar apenas uma oval.

- Custo dos Insumos
 Financiamento Agrícola

22. 9.1 – Pondere o grau de importância entre a comparação da alternativa anterior.

Marcar apenas uma oval.



Orientações para responder a questão 10.

A Qualidade e Produção da Rede de Suprimentos da Soja de Mato Grosso sofrem a influência direta da variável **Logística**.

Considerando os aspectos do **Processo Logístico**, que compreende a movimentação e armazenagem dos insumos utilizados na produção, a movimentação de curta e longa distância da produção dos grãos, óleo e farelo bem como a sua armazenagem.

Tendo em mente que o **Transporte** é o deslocamento de curta e longa distância e que envolve o modal rodoviário, hidro e ferroviário, para a movimentação da soja em grãos, óleo e farelo e ainda os insumos utilizados no cultivo da soja;

E a **Armazenagem** abrange as atividades de planejamento, coordenação, controle e desenvolvimento do processo de mantimento/abrigado de materiais, estocando estes em condições adequadas para uso e permitindo a distribuição dentro do prazo solicitado.

Diante das informações apresentadas responda e pontue a questão 10.

Para entender a escala do Grau de Importância:

A escala do grau de importância servirá para averiguar quantas vezes um elemento é mais importante que o outro.

Desse modo, ao escolher a **intensidade 1** (Igual Importância) estará indicando que a duas alternativas tem o mesmo grau de importância no processo de tomada de decisão.

No entanto, ao escolher a **intensidade 9** (Importância Absoluta) evidencia que a opção escolhida tem elevada importância no processo de tomada de decisão.

23. 10 – Qual o fator é mais importante do ponto de vista da etapa de Logística?

Marcar apenas uma oval.

- Transporte
 Armazenagem

24. 10.1 – Pondere o grau de importância entre a comparação da alternativa anterior.

Marcar apenas uma oval.



Orientações para responder as questões 11 a 13.

A Qualidade e Produção da Rede de Suprimentos da Soja de Mato Grosso sofrem a influência direta da variável **Comercialização**.

Considerando os aspectos da **Etapa de Comercialização**, que compreende a Venda da Soja, seja na forma de grãos, óleo ou farelo, tanto para o mercado interno quanto externo, sendo negociada com trading's, cooperativas ou compradores individuais.

A **Confiabilidade** refere-se à capacidade de os parceiros comerciais manterem sua postura e ou idoneidade em circunstâncias de rotina, bem como em circunstâncias hostis e inesperadas, ou seja, é a probabilidade dos parceiros comerciais desempenharem uma postura, sob condições específicas, de forma adequada, como previsto, durante todo o período de tempo.

O **Preço** é o valor que os consumidores pagam pela soja adquirida e são determinados para cobrir custos operacionais e também proporcionar lucro, além de afetar as expectativas dos clientes, são estabelecidos a partir de relações de confiança, oferta e demanda do produto no mercado e pela expectativa de produção. Por ser uma commodities, normalmente, são negociadas em Bolsa de Valores e Negócios Futuros e o valor pela saca e ou toneladas são atribuídas para o mercado

mundial.

A **Negociação** está relacionado com a forma de articulação contratual, onde são especificados os prazos de entrega e pagamento, estabelecidos critérios de qualidade, responsável pela forma de entrega da soja negociada..

Diante dos conceitos apresentados, responda e pontue as questões de 11 a 13.

Para entender a escala do Grau de Importância:

A escala do grau de importância servirá para averiguar quantas vezes um elemento é mais importante que o outro.

Desse modo, ao escolher a **intensidade 1** (Igual Importância) estará indicando que a duas alternativas tem o mesmo grau de importância no processo de tomada de decisão.

No entanto, ao escolher a **intensidade 9** (Importância Absoluta) evidencia que a opção escolhida tem elevada importância no processo de tomada de decisão.

25. 11 – Qual o fator é mais importante do ponto de vista da etapa de Comercialização?

Marcar apenas uma oval.

- Confiabilidade
 Preço

26. 11.1 – Pondere o grau de importância entre a comparação da alternativa anterior.

Marcar apenas uma oval.

| | | | | | | | | | |
|-------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | |
| Igual Importância | <input type="radio"/> | Importância Absoluta |

27. 12 – Qual o fator é mais importante do ponto de vista da etapa de Comercialização?

Marcar apenas uma oval.

- Confiabilidade
 Negociação

28. 12.1– Pondere o grau de importância entre a comparação da alternativa anterior.

Marcar apenas uma oval.

| | | | | | | | | | |
|-------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | |
| Igual Importância | <input type="radio"/> | Importância Absoluta |

29. 13 – Qual o fator é mais importante do ponto de vista da etapa de Comercialização?

Marcar apenas uma oval.

- Preço
 Negociação

30. 13.1– Pondere o grau de importância entre a comparação da alternativa anterior.

Marcar apenas uma oval.

| | | | | | | | | | |
|-------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | |
| Igual Importância | <input type="radio"/> | Importância Absoluta |

Orientações para responder as questões 14 a 25.

Em um cenário em que a **Etapas Produção for adepta**, ou seja, quando as variáveis Clima, Qualidade do Solo, Custo dos Insumos, Financiamento Agrícola forem favoráveis para a Atividade Agropecuária, análise as possíveis atividades produtivas:

Produzir Soja: Cenário onde todos os esforços seriam **dedicados ao plantio e produção de soja**, no intuito de aproveitar as condições de produção, comercialização e logística adequadas;

Produzir Milho: Cenário onde todos os esforços seriam **dedicados ao plantio e produção de milho**, no intuito de aproveitar as condições de produção, comercialização e logística que não são favoráveis a produção de soja;

Outra Atividade: Cenário onde todos os esforços seriam **dedicados a outra atividade agropecuária**, que não seja o plantio de soja e milho, no intuito de aproveitar as condições de produção, comercialização e logística favoráveis a atividade escolhida;

Diante dos cenários apresentados analise as opções, responda e pontue as questões 14 a 16 de acordo com o grau de importância.

Para entender a escala do Grau de Importância:

A escala do grau de importância servirá para averiguar quantas vezes um elemento é mais importante que o outro.

Desse modo, ao escolher a **intensidade 1** (Igual Importância) estará indicando que as duas alternativas têm o mesmo grau de importância no processo de tomada de decisão.

No entanto, ao escolher a **intensidade 9** (Importância Absoluta) evidencia que a opção escolhida tem elevada importância no processo de tomada de decisão.

31. 14 – Considerando a variável Clima, qual das alternativas a seguir é mais significativa?

Marcar apenas uma oval.

- Plantio de Soja
 Plantio de Milho

32. 14.1 – Pondere o grau de importância entre a comparação da alternativa anterior.

Marcar apenas uma oval.



33. 15 – Considerando a variável Clima, qual das alternativas a seguir é mais significativa?

Marcar apenas uma oval.

- Plantio de Milho
 Outra Atividade

34. 15.1 – Pondere o grau de importância entre a comparação da alternativa anterior.

Marcar apenas uma oval.



35. 16 – Considerando a variável Clima, qual das alternativas a seguir é mais significativa?

Marcar apenas uma oval.

- Plantio de Soja
 Outra Atividade

36. 16.1– Pondere o grau de importância entre a comparação da alternativa anterior.

Marcar apenas uma oval.

| | | | | | | | | | |
|----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | |
| Igual Importância | <input type="radio"/> | Importância Absoluta |

37. 17 - Considerando a variável Qualidade do Solo, qual das alternativas a seguir é mais significativa?

Marcar apenas uma oval.

- Plantio de Milho
 Plantio de Soja

38. 17.1 - Pondere o grau de importância entre a comparação da alternativa anterior.

Marcar apenas uma oval.

| | | | | | | | | | |
|----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | |
| Igual Importância | <input type="radio"/> | Importância Absoluta |

39. 18 - Considerando a variável Qualidade do Solo, qual das alternativas a seguir é mais significativa?

Marcar apenas uma oval.

- Plantio de Milho
 Outra Atividade

40. 18.1 - Pondere o grau de importância entre a comparação da alternativa anterior.

Marcar apenas uma oval.

| | | | | | | | | | |
|----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | |
| Igual Importância | <input type="radio"/> | Importância Absoluta |

41. 19 - Considerando a variável Qualidade do Solo, qual das alternativas a seguir é mais significativa?

Marcar apenas uma oval.

- Plantio de Soja
 Outra Atividade

42. 19.1 - Pondere o grau de importância entre a comparação da alternativa anterior.

Marcar apenas uma oval.

| | | | | | | | | | |
|----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | |
| Igual Importância | <input type="radio"/> | Importância Absoluta |

- 43. 20 - Considerando a variável Custo dos Insumos, qual das alternativas a seguir é mais significativa?**

Marcar apenas uma oval.

- Plantio de Milho
 Plantio de Soja

- 44. 20.1 - Pondere o grau de importância entre a comparação da alternativa anterior.**

Marcar apenas uma oval.



- 45. 21 - Considerando a variável Custo dos Insumos, qual das alternativas a seguir é mais significativa?**

Marcar apenas uma oval.

- Plantio de Milho
 Outra Atividade

- 46. 21.1 - Pondere o grau de importância entre a comparação da alternativa anterior.**

Marcar apenas uma oval.



- 47. 22 - Considerando a variável Custo dos Insumos, qual das alternativas a seguir é mais significativa?**

Marcar apenas uma oval.

- Plantio de Soja
 Outra Atividade

- 48. 22.1 - Pondere o grau de importância entre a comparação da alternativa anterior.**

Marcar apenas uma oval.



- 49. 23 - Considerando a variável Financiamento Agrícola, qual das alternativas a seguir é mais significativa?**

Marcar apenas uma oval.

- Plantio de Milho
 Plantio de Soja

50. 23.1 - Pondere o grau de importância entre a comparação da alternativa anterior.

Marcar apenas uma oval.

| | | | | | | | | | |
|----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | |
| Igual Importância | <input type="radio"/> | Importância Absoluta |

51. 24 - Considerando a variável Financiamento Agrícola, qual das alternativas a seguir é mais significativa?

Marcar apenas uma oval.

- Plantio de Milho
 Outra Atividade

52. 24.1 - Pondere o grau de importância entre a comparação da alternativa anterior.

Marcar apenas uma oval.

| | | | | | | | | | |
|----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | |
| Igual Importância | <input type="radio"/> | Importância Absoluta |

53. 25 - Considerando a variável Financiamento Agrícola, qual das alternativas a seguir é mais significativa?

Marcar apenas uma oval.

- Plantio de Soja
 Outra Atividade

54. 25.1 - Pondere o grau de importância entre a comparação da alternativa anterior.

Marcar apenas uma oval.

| | | | | | | | | | |
|----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | |
| Igual Importância | <input type="radio"/> | Importância Absoluta |

Orientações para responder as questões 26 a 34.

Em um cenário em que a **Etapa Comercialização for adepta**, ou seja, quando as variáveis **Preço, Confiabilidade e Negociação** forem favoráveis para a Atividade Agropecuária, analise as possíveis atividades produtivas:

Produzir Soja: Cenário onde todos os esforços seriam **dedicados ao plantio e produção de soja**, no intuito de aproveitar as condições de produção, comercialização e logística adequadas;

Produzir Milho: Cenário onde todos os esforços seriam **dedicados ao plantio e produção de milho**, no intuito de aproveitar as condições de produção, comercialização e logística que não são favoráveis a produção de soja;

Outra Atividade: Cenário onde todos os esforços seriam **dedicados a outra atividade agropecuária**, que não seja o plantio de soja e milho, no intuito de aproveitar as condições de produção, comercialização e logística favoráveis a atividade escolhida;

Dante dos cenários apresentados analise as opções, responda e pontue as questões 14 a 16 de acordo com o grau de importância.

Para entender a escala do Grau de Importância:

A escala do grau de importância servirá para averiguar quantas vezes um elemento é mais importante que o outro.

Desse modo, ao escolher a **intensidade 1** (Igual Importância) estará indicando que a duas alternativas tem o mesmo grau de importância no processo de tomada de decisão.

No entanto, ao escolher a **intensidade 9** (Importância Absoluta) evidencia que a opção escolhida tem elevada importância no processo de tomada de decisão.

55. 26 - Considerando a variável Preço, qual das alternativas a seguir é mais significativa?

Marcar apenas uma oval.

Plantio de Milho

Plantio de Soja

56. 26.1 - Pondere o grau de importância entre a comparação da alternativa anterior.

Marcar apenas uma oval.

1 2 3 4 5 6 7 8 9

Igual Importância Importância Absoluta

57. 27 - Considerando a variável Preço, qual das alternativas a seguir é mais significativa?

Marcar apenas uma oval.

Plantio de Milho

Outra Atividade

58. 27.1 - Pondere o grau de importância entre a comparação da alternativa anterior.

Marcar apenas uma oval.

1 2 3 4 5 6 7 8 9

Igual Importância Importância Absoluta

59. 28 - Considerando a variável Preço, qual das alternativas a seguir é mais significativa?

Marcar apenas uma oval.

Plantio de Soja

Outra Atividade

60. 28.1 - Pondere o grau de importância entre a comparação da alternativa anterior.

Marcar apenas uma oval.

1 2 3 4 5 6 7 8 9

Igual Importância Importância Absoluta

61. 29 - Considerando a variável Confiabilidade, qual das alternativas a seguir é mais significativa?

Marcar apenas uma oval.

Plantio de Milho

Plantio de Soja

62. 29.1 - Pondere o grau de importância entre a comparação da alternativa anterior.

Marcar apenas uma oval.

| | | | | | | | | | |
|----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | |
| Igual Importância | <input type="radio"/> | Importância Absoluta |

63. 30 - Considerando a variável Confiabilidade, qual das alternativas a seguir é mais significativa?

Marcar apenas uma oval.

- Plantio de Milho
 Outra Atividade

64. 30.1 - Pondere o grau de importância entre a comparação da alternativa anterior.

Marcar apenas uma oval.

| | | | | | | | | | |
|----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | |
| Igual Importância | <input type="radio"/> | Importância Absoluta |

65. 31 - Considerando a variável Confiabilidade, qual das alternativas a seguir é mais significativa?

Marcar apenas uma oval.

- Plantio de Soja
 Outra Atividade

66. 31.1 - Pondere o grau de importância entre a comparação da alternativa anterior.

Marcar apenas uma oval.

| | | | | | | | | | |
|----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | |
| Igual Importância | <input type="radio"/> | Importância Absoluta |

67. 32 - Considerando a variável Negociação, qual das alternativas a seguir é mais significativa?

Marcar apenas uma oval.

- Plantio de Milho
 Plantio de Soja

68. 32.1 - Pondere o grau de importância entre a comparação da alternativa anterior.

Marcar apenas uma oval.

| | | | | | | | | | |
|----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | |
| Igual Importância | <input type="radio"/> | Importância Absoluta |

69. 33 - Considerando a variável Negociação, qual das alternativas a seguir é mais significativa?

Marcar apenas uma oval.

- Plantio de Milho
 Outra Atividade

70. 33.1 - Pondere o grau de importância entre a comparação da alternativa anterior.

Marcar apenas uma oval.



71. 34 - Considerando a variável Negociação, qual das alternativas a seguir é mais significativa?

Marcar apenas uma oval.

- Plantio de Soja
 Outra Atividade

72. 34.1 - Pondere o grau de importância entre a comparação da alternativa anterior.

Marcar apenas uma oval.



Orientações para responder as questões 35 a 40.

Em um cenário em que a **Etapa Logística forem adeptas**, ou seja, quando as variáveis **Armazenagem e Transporte** forem favoráveis para a Atividade Agropecuária, análise as possíveis atividades produtivas:

Produzir Soja: Cenário onde todos os esforços seriam **dedicados ao plantio e produção de soja**, no intuito de aproveitar as condições de produção, comercialização e logística adequadas;

Produzir Milho: Cenário onde todos os esforços seriam **dedicados ao plantio e produção de milho**, no intuito de aproveitar as condições de produção, comercialização e logística que não são favoráveis a produção de soja;

Outra Atividade: Cenário onde todos os esforços seriam **dedicados a outra atividade agropecuária**, que não seja o plantio de soja e milho, no intuito de aproveitar as condições de produção, comercialização e logística favoráveis a atividade escolhida;

Diante dos cenários apresentados analise as opções, responda e pontue as questões 14 a 16 de acordo com o grau de importância.

Para entender a escala do Grau de Importância:

A escala do grau de importância servirá para averiguar quantas vezes um elemento é mais importante que o outro.

Desse modo, ao escolher a **intensidade 1** (Igual Importância) estará indicando que as duas alternativas têm o mesmo grau de importância no processo de tomada de decisão.

No entanto, ao escolher a **intensidade 9** (Importância Absoluta) evidencia que a opção escolhida tem elevada importância no processo de tomada de decisão.

73. 35 - Considerando a variável Armazenagem, qual das alternativas a seguir é mais significativa?

Marcar apenas uma oval.

- Plantio de Milho
 Plantio de Soja

74. 35.1 - Pondere o grau de importância entre a comparação da alternativa anterior.

Marcar apenas uma oval.



75. 36 - Considerando a variável Armazenagem, qual das alternativas a seguir é mais significativa?

Marcar apenas uma oval.

- Plantio de Milho
 Outra Atividade

76. 36.1 - Pondere o grau de importância entre a comparação da alternativa anterior.

Marcar apenas uma oval.



77. 37 - Considerando a variável Armazenagem, qual das alternativas a seguir é mais significativa?

Marcar apenas uma oval.

- Plantio de Soja
 Outra Atividade

78. 37.1 - Pondere o grau de importância entre a comparação da alternativa anterior.

Marcar apenas uma oval.



79. 38 - Considerando a variável Transporte, qual das alternativas a seguir é mais significativa?

Marcar apenas uma oval.

- Plantio de Milho
 Plantio de Soja

80. 38.1 - Pondere o grau de importância entre a comparação da alternativa anterior.

Marcar apenas uma oval.

| | | | | | | | | | |
|----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | |
| Igual Importância | <input type="radio"/> | Importância Absoluta |

81. 39 - Considerando a variável Transporte, qual das alternativas a seguir é mais significativa?

Marcar apenas uma oval.

- Plantio de Milho
 Outra Atividade

82. 39.1 - Pondere o grau de importância entre a comparação da alternativa anterior.

Marcar apenas uma oval.

| | | | | | | | | | |
|----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | |
| Igual Importância | <input type="radio"/> | Importância Absoluta |

83. 40 - Considerando a variável Transporte, qual das alternativas a seguir é mais significativa?

Marcar apenas uma oval.

- Plantio de Soja
 Outra Atividade

84. 40.1 - Pondere o grau de importância entre a comparação da alternativa anterior.

Marcar apenas uma oval.

| | | | | | | | | | |
|----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | |
| Igual Importância | <input type="radio"/> | Importância Absoluta |

