

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO
INSTITUTO DE CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS**

Jonnathas Marques Pais

**PRODUÇÃO E LOGÍSTICA DA SOJA NO BRASIL E ESTADOS UNIDOS:
uma comparação dos custos**

Mariana

2017

JONNATHAS MARQUES PAIS

**PRODUÇÃO E LOGÍSTICA DA SOJA NO BRASIL E ESTADOS UNIDOS:
uma comparação dos custos**

Monografia apresentada ao curso de Ciências Econômicas da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Ciências Econômicas.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Eduardo Gama Torres

Mariana

P149p Pais, Jonnathas Marques.
Produção e logística da soja no Brasil e Estados Unidos: uma comparação dos custos / Jonnathas Marques Pais – 2017.
136f.: il.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Eduardo da Gama Torres

Monografia (Graduação) - Universidade Federal de Ouro Preto. Instituto de Ciências Sociais Aplicadas. Departamento de Ciências Econômicas e Gerenciais. Área de concentração: Economia.

I. Soja - Custos. 2. Transportes – Tarifas. 3. Transporte por containers. 4. Logística. I. Torres, Carlos Eduardo da Gama. II. Universidade Federal de Ouro Preto. III. Título.

CDU: 338.512

Catálogo: sisbin@sisbin.ufop.br



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO – UFOP
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS
COLEGIADO DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS

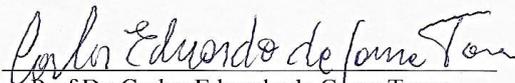


Jonnathas Marques Pais

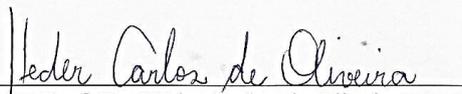
Produção e Logística da Soja no Brasil e nos Estados Unidos: uma comparação dos custos

Trabalho apresentado ao Curso de Ciências Econômicas do Instituto de Ciências Sociais e Aplicadas (ICSA) da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em Ciências Econômicas, sob orientação do Prof. Dr. Carlos Eduardo da Gama Torres.

Banca Examinadora:


Prof. Dr. Carlos Eduardo da Gama Torres


Prof. Dr. Getúlio Alves de Souza Matos


Prof. Dr. Héder Carlos de Oliveira

Mariana, 21 de dezembro de 2017.

AGRADECIMENTOS

A Deus, que é a força que temos para continuarmos a caminhada mesmo nos dias mais difíceis quando não acreditamos que vamos conseguir, mas temos sempre Nele o conforto e força para seguir em frente.

Ao meu orientador Carlos Eduardo, que sempre esteve disposto em sanar minhas dúvidas e indicar o caminho a seguir no decorrer dessa pesquisa.

Ao meu irmão Alain, que infelizmente nos deixou ao longo desse curso, mas que sempre seguirá eternamente vivo em minha memória.

Aos meus pais, Silvério e Aparecida, que me proporcionaram a oportunidade de concluir mais essa etapa, sempre se sacrificando por mim.

A todos os meus familiares e amigos, em especial, a minha avó Iracina.

A minha namorada Mariana que foi muito importante ao longo desse trabalho, me ajudando diversas vezes.

Ao meu amigo Ariel pelo apoio durante essa jornada.

A todos os professores e funcionários das diversas instituições por onde passei, Escola Estadual Horácio Andrade, Escola Municipal Hélio Homem de Faria, CEFET e UFOP.

RESUMO

O presente trabalho aborda os custos relacionados a produção e comercialização da soja, nos dois maiores ofertantes mundiais, Brasil e Estados Unidos, com destino aos dois maiores demandantes, China e União Europeia. Em relação à despesa com produção, fica evidente que o Brasil possui um custo total inferior em relação aos Estados Unidos, embora possua um custo operacional mais elevado, evidenciando que a maior eficiência brasileira está sustentada no menor custo de oportunidade dos fatores de produção, terra e capital. No entanto, o dispêndio de comercialização, é substancialmente mais elevado no Brasil, diluindo assim a vantagem, da qual poderíamos usufruir. O gasto com transporte é o componente que contribui de maneira determinante para esse comportamento. Dessa forma, o enfoque consiste em explicar como a cultura de intensa utilização do modal rodoviário presente no Brasil, mesmo em situações claramente ineficientes como é o caso, onera o custo fora da fazenda, se configurando como uma desvantagem perante o principal concorrente nesse mercado, os Estados Unidos. O método utilizado para realizar essa análise foi um modelo de programação linear, com finalidade de minimizar o custo de transporte, possuindo como opções rotas integralmente cursadas pelo modal rodoviário, ou pela utilização de dois ou mais modais de transporte em seu trajeto para os mesmos portos. O resultado indica, que a utilização da intermodalidade é quase sempre preferível para o transporte da oleaginosa, com exceção de casos em que a carga percorre curtas distâncias, como em algumas regiões nos estados do Rio Grande do Sul e Paraná. O resultado ainda nos permite definir regiões produtoras de influência para cada região portuária.

Palavras-chave: Soja; Custo de transporte; Rotas; Intermodalidade.

ABSTRACT

The present work deals with the costs related to the production and commercialization of soybeans in the two largest suppliers in the world, Brazil and the United States of America, towards to the two largest demandants, China and the European Union. In relation to production expenditure, Brazil has a lower total cost, compared to the United States, although it has a higher operating cost, which reveals that the greater Brazilian efficiency is measured by the lower opportunity cost of the factors of production, land ownership and capital. However, commercialization costs are substantially higher in Brazil, diluting the advantage that we could have. Transportation expenditure is the component that contributes in a decisive way to this behavior. In this way, the goal is to explain how the intense use of the road modal present in Brazil, even in clearly inefficient situations, overload the costs off the farm, becoming a disadvantage to the main competitor in this market, the United States. The method used to realize this analysis was a linear programming model, minimizing the cost of transportation, having alternatives routes entirely carried out by the road modal, or by the use of two or more modes of transportation on its way to the same ports. The result indicates that the use of intermodality is preferable for transporting the oleaginous, except in cases where the load travels short distances as in some regions in the states of Rio Grande do Sul and Paraná. The result still allows us to define the producing regions of greater influence for each port region.

Keywords: Soybean. Transportation costs. Routes. Intermodality.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Calendário agrícola nos principais produtores de soja	37
Figura 2 - Produção de soja por município na safra 2016	49
Figura 3 - Produção de soja por município na safra 2016	50
Figura 4 - Produção de soja por estado norte americano na safra 2015/2016	64
Figura 5 - Bacia do Mississippi	68
Figura 6 - Produção de soja por condado em 2016	73
Figura 7 - Regiões Agrícolas	83
Figura 8 - Microrregiões do Mato Grosso	108
Figura 9 - Produção por município mato-grossense em 2016	109
Figura 10 - Microrregiões do Rio Grande do Sul	110
Figura 11 - Produção por município gaúcho em 2016	111
Figura 12 - Microrregiões do Paraná	112
Figura 13 - Produção de soja por município paranaense em 2016	113
Figura 14 - Microrregiões de Goiás	114
Figura 15 - Produção por município goiano em 2016	115
Figura 16 - Projeto Ferrogrão	122
Figura 17 - Ponto crítico hidrovía Tocantins Araguaia	125

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Produção de soja (em mil toneladas)	15
Gráfico 2 - Mercado brasileiro de soja em grão em mil toneladas.....	16
Gráfico 3 - Produção de carne no Brasil (em mil toneladas carcaça equivalente)	18
Gráfico 4 - Mercado de carnes em mil toneladas	19
Gráfico 5 - Consumo brasileiro de óleos vegetais em toneladas.....	20
Gráfico 6 - Mercado farelo de soja (mil toneladas).....	20
Gráfico 7 - Mercado do óleo de soja (mil toneladas)	21
Gráfico 8 - Preço da tonelada de soja (US\$ 2013)	22
Gráfico 9 - Produção em mil toneladas	24
Gráfico 10 - Produtividade média em toneladas por hectare.....	26
Gráfico 11 - Participação do complexo soja no valor total exportado pelo Brasil em %	26
Gráfico 12 - Participação na produção brasileira de soja em %	28
Gráfico 13 - Área cultivada em hectares	29
Gráfico 14 - Produção brasileira de soja em mil toneladas	31
Gráfico 15 - Produção de soja em toneladas no ano de 2016.....	31
Gráfico 16 - Participação na receita das exportações do complexo soja em %.....	33
Gráfico 17 - Participação em % na demanda do farelo de soja brasileiro.....	33
Gráfico 18 - Produção de carne em mil toneladas.....	34
Gráfico 19 - Participação relativa (%) na produção mundial de soja em 2015/2016.....	35
Gráfico 20 - Produção de soja em mil toneladas	36
Gráfico 21 - Produção x Consumo doméstico grão de soja em mil toneladas	37
Gráfico 22 - Consumo doméstico x Produção farelo de soja em mil toneladas.....	38
Gráfico 23 - Rebanhos bovino e suíno em mil cabeças.....	39
Gráfico 24 - Consumo x Produção de óleo de soja em mil toneladas.....	40
Gráfico 25 - Participação no volume financeiro 2000/2013.....	41
Gráfico 26 - Exportação mensal de soja em mil toneladas.....	43
Gráfico 27 - Transporte de soja por modal para instalação portuária em toneladas	46
Gráfico 28 - Volume de Soja e farelo transportados na malha norte x volume de soja e farelo de MT escoado por Santos	56
Gráfico 29 - Volume de soja e farelo de soja transportados pela RMS.....	58
Gráfico 30 - Preço do frete até os portos	59
Gráfico 31 - Produção de carne suína na China em mil toneladas carcaça equivalente.....	60

Gráfico 32 - Produção chinesa de carne bovina e frango	60
Gráfico 33 - Importação de soja em mil toneladas	61
Gráfico 34 - Exportação de soja em milhões de toneladas.....	62
Gráfico 35 - Produção de soja por estado na safra 2015/2016 em mil toneladas.....	65
Gráfico 36 - Exportação total x exportação China em mil toneladas.....	67
Gráfico 37 - Participação da China na exportação de soja dos EUA	67
Gráfico 38 - Exportação de soja por região portuária em mil toneladas	69
Gráfico 39 - Participação da China dentro do volume de soja embarcado em 2016.....	70
Gráfico 40 - Exportação de soja em grão por estado em mil toneladas curtas.....	72
Gráfico 41 - Custo de Produção (R\$/Ton).....	84
Gráfico 42 - Custo de Produção (R\$/Tonelada)	86
Gráfico 43 - Custo total de produção (US\$/Ton)	88
Gráfico 44 - Produção de soja em mil toneladas	101

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Densidade da infraestrutura em 2015	45
Tabela 2 - Participação em % do modal de transporte na movimentação de soja em grão.....	45
Tabela 3 - Densidade de rodovias (km de infraestrutura / 1000 km ² de área).....	51
Tabela 4 - Participação dos portos no escoamento de soja.....	53
Tabela 5 - Volume de soja para exportação por UF de origem e porto em mil toneladas	56
Tabela 6 - Densidade de rodovias (km de infraestrutura / 1000 km ² de área).....	57
Tabela 7 - Participação nas exportações de soja do Brasil na safra 2016-2017	62
Tabela 8 - Participação e volume enviado aos principais destinos por UF	63
Tabela 9 - Exportação por complexo portuário no ano de 2016	65
Tabela 10 - Custo com alguns itens na safra 2016 (US\$/Ton).....	85
Tabela 11 - Custo com alguns itens na safra 2016 (US\$/Ton).....	87
Tabela 12 - Preço do frete até os portos em rotas determinadas, safra 2016.....	89
Tabela 13 - Valor frete marítimo nas principais regiões portuárias em 2016 (US\$/Ton).....	90
Tabela 14 - Custo total remessas para a China (US\$/Ton).....	91
Tabela 15 - Custo total remessas para a Europa (US\$/Ton).....	92
Tabela 16 - Custo total para a China em 2016 (US\$/Ton)	95
Tabela 17 - Resultado do comércio de soja com a China por estado (US\$)	95
Tabela 18 - Lucro total por tonelada de soja comercializada com a China (US\$)	96
Tabela 19 - Custo total para a União Europeia em 2016 (US\$/Ton)	96
Tabela 20 - Resultado do comércio com a UE por estado em 2016 (US\$).....	97
Tabela 21 - Custo total para a China em 2016 (US\$/Ton)	99
Tabela 22 - Resultado do comércio com a China por estado em 2016 (US\$).....	100
Tabela 23 - Custo operacional total comercialização com a China (US\$/Ton)	102
Tabela 24 - Resultado do comércio de soja com a China pelo custo operacional (US\$).....	103
Tabela 25 - Custo operacional total na comercialização com a China (US\$/Ton).....	104
Tabela 26 - Resultado do comércio de soja com a China pelo custo operacional (US\$).....	104
Tabela 27 - Lucro operacional por tonelada (US\$)	105
Tabela 28 - Principais microrregiões produtoras no Mato Grosso em 2016.....	108
Tabela 29 - Principais microrregiões produtoras no Rio Grande do Sul em 2016.....	110
Tabela 30 - Principais microrregiões produtoras do Paraná em 2016.....	112
Tabela 31 - Principais microrregiões produtoras de Goiás em 2016.....	114
Tabela 32 - Custo médio por modal em R\$/(ton.km).....	118

Tabela 33 - Distância em milhas náuticas	119
Tabela 34 - Otimização para o fluxo no porto de Barcarena (valores em toneladas).....	121
Tabela 35 - Otimização para o fluxo no porto de Santarém (valores em toneladas).....	122
Tabela 36 - Otimização para o fluxo no porto de Itacoatiara (valores em toneladas).....	123
Tabela 37 - Otimização para o fluxo no porto de São Luís (valores em toneladas).....	123
Tabela 38 - Otimização para o fluxo no porto de Vitória (valores em toneladas)	125
Tabela 39 - Otimização para o fluxo no porto de Santos (valores em toneladas)	126
Tabela 40 - Otimização para o fluxo no porto de Paranaguá (valores em toneladas)	126
Tabela 41 - Otimização para o fluxo no porto Rio Grande (valores em toneladas)	127
Tabela 42 - Otimização para o fluxo no porto São Francisco do Sul	128

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	11
CAPÍTULO 1	
ANÁLISE EVOLUTIVA DA PRODUÇÃO DE SOJA NO BRASIL	13
1.1 Fatores determinantes ao estabelecimento da soja no Brasil	16
1.2 Mudança no eixo espacial da produção brasileira de soja	27
1.3 Panorama atual do mercado mundial da soja.....	35
CAPÍTULO 2	
A LOGÍSTICA DA EXPORTAÇÃO DE SOJA NO BRASIL	42
2.1 Logística de transporte da soja no centro oeste	50
2.2 Logística da produção de soja na região Sul.....	56
2.3 A influência da concentração chinesa na demanda mundial da soja	59
CAPÍTULO 3	
A LOGÍSTICA DA EXPORTAÇÃO DE SOJA NOS ESTADOS UNIDOS	64
CAPÍTULO 4	75
COMPARAÇÃO DOS CUSTOS DE PRODUÇÃO E COMERCIALIZAÇÃO DA SOJA ENTRE BRASIL E ESTADOS UNIDOS	75
4.1 Análise dos dados custo de produção	83
4.2 O custo de transporte em cada região	88
4.3 Rentabilidade nas diversas regiões produtoras	93
CAPÍTULO 5	107
MODELO DE OTIMIZAÇÃO DO CUSTO DE TRANSPORTE	107
5.1 Origens.....	107
5.2 Rotas possíveis.....	115
5.3 Determinação dos custos por modal	117
5.4 Custo de transbordo	118
5.5 Frete marítimo.....	119
5.6 Formulação matemática	120
5.7 Resultados	121
CONSIDERAÇÕES FINAIS	130
REFERÊNCIAS	133

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, o complexo soja tornou-se o principal componente da pauta de exportações brasileira. O vigoroso crescimento na quantidade comercializada pelo país com o resto do mundo a partir do ano 2000 certamente é um fenômeno a ser estudado. Naquele ano foram embarcados pouco mais de 11 milhões de toneladas da oleaginosa *in natura* nos portos do Brasil. Até novembro de 2017 esse volume já superava as 65 milhões de toneladas, segundo dados¹ do Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços (MDIC), se tornando também o produto agrícola exportado em maior volume pelo país.

A grande mudança ocorrida na quantidade comercializada da oleaginosa deixou expostas algumas lacunas da realidade brasileira, com destaque para a fragilidade da infraestrutura existente, que não é capaz de promover o escoamento dessa carga de maneira eficiente até os portos. Essa situação, torna-se mais complexa quando a produção da oleaginosa vai se interiorizando em um país de dimensões continentais como é o caso, em um forte movimento existente desde a década de 1970.

A trajetória da urbanização brasileira, sempre teve como característica marcante, a concentração populacional em regiões próximas a faixa litorânea, de forma que o grau de disponibilidade de infraestrutura acompanhou essa característica. Dessa forma, quando em uma campanha marcada por diversos incentivos estatais, indo do aspecto financeiro às pesquisas de desenvolvimento de cultivares adaptados ao clima tropical, aliado à condições excepcionais no mercado internacional nos anos 1970, com a cotação mais elevada da história da soja sendo alcançada, a produção da oleaginosa desbrava o cerrado brasileiro. Mesmo não existindo na região, infraestrutura adequada para realizar a ligação necessária às outras partes do território.

Essa situação descrita no último parágrafo, pôde seguir sem grande apelo por algum tempo, até mesmo pelo menor volume transacionado até o fim do século XX, e o surgimento de uma modesta infraestrutura como produto daquele panorama. No entanto, a partir do evidenciado surto produtivo no novo milênio, ficou óbvio que a infraestrutura existente na região Centro Oeste não estava preparada para movimentar de forma eficiente um volume sem precedentes para os portos.

A partir disso, o que se verifica é uma grande ineficiência logística, sobretudo no transporte de volumes cada vez maiores da oleaginosa oriunda do cerrado para os portos, com a intensa utilização do modal rodoviário percorrendo longas distâncias, onerando o custo de

¹ Ver http://www.mdic.gov.br/balanca/SH/GRUPO_EXP.xlsx

comercialização, uma vez que esse modal não é indicado, dadas as características do produto, como alto volume e baixo valor agregado. O exemplo dos Estados Unidos é utilizado para efeito de comparação, o país é o maior produtor de soja do mundo e também possui sua região de cultivo distante do litoral, utilizando intensamente a intermodalidade para o escoamento de sua produção para os portos, de maneira que o custo de transporte final verificado é substancialmente inferior ao brasileiro.

Dessa forma, o presente trabalho busca entender como a deficiência na capacidade de transporte onera e diminui a rentabilidade da atividade sojícola no Brasil. Propondo soluções para esse panorama, através de ferramentas matemáticas em um cenário com disponibilidade de várias rotas percorridas pelos diversos modais de transporte, para os principais portos responsáveis pelo embarque da oleaginosa.

O capítulo 1 apresenta uma abordagem histórica que exhibe e contextualiza a trajetória da produção de soja no Brasil. O capítulo 2 aborda o tema logística, buscando focar na parte do transporte e detalhar as principais rotas de movimentação utilizadas pelos mais importantes estados produtores de soja no Brasil. O capítulo 3 descreve as principais regiões produtoras nos Estados Unidos e as rotas de transporte utilizadas em cada uma delas. Além de demonstrar a influência da vigorosa demanda chinesa, na logística de Estados Unidos e Brasil. No capítulo 4 é realizada uma comparação dos custos internos na fazenda nos dois países, apresentando a metodologia utilizada para levantamento desses custos em cada um deles. Além disso, busca-se estimar o fluxo de soja em cada rota nos dois países para os dois principais demandantes no mercado mundial, China e União Europeia, com finalidade de posteriormente, utilizando os dados levantados para o preço de frete das variadas regiões, analisar a rentabilidade da atividade nos dois principais ofertantes, Brasil e Estados Unidos. O capítulo 5 apresenta, a modelagem matemática proposta para minimizar o custo de transporte da soja brasileira para diversas origens, dando como opções diversas rotas utilizando variados modais de transporte para os principais portos brasileiros. Com o resultado fica evidente a importância do uso da intermodalidade, para realizar o escoamento eficiente da produção brasileira, além das áreas de influência de cada região portuária, e como o destino final afeta todo esse processo. Além do mais, busca-se realizar o exercício de quais seriam as obras de infraestrutura prioritárias para reduzir o custo logístico para a soja brasileira.

CAPÍTULO 1

ANÁLISE EVOLUTIVA DA PRODUÇÃO DE SOJA NO BRASIL

A cultura de soja no Brasil foi introduzida em 1914, no estado do Rio Grande do Sul, após tentativas de cultivo sem êxito em São Paulo e na Bahia. No entanto, até a década de 40 a soja ficou restrita a institutos de pesquisas, sendo que sua primeira produção oficialmente registrada aconteceu na safra de 1941, ano em que a oleaginosa aparece pela primeira vez nas estatísticas do governo através do anuário estatístico do Rio Grande do Sul, confeccionado pelo Departamento Estadual de Estatística (órgão regional do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, IBGE). Naquele momento a soja era vista como planta forrageira e os poucos grãos colhidos, utilizados na própria fazenda como alimentação de suínos, sendo que o potencial de comércio da oleaginosa ainda não havia sido descoberto (DALL'AGNOL,2016).

A expansão da cultura de soja começou pelas terras gaúchas principalmente devido ao fato das técnicas produtivas e os cultivares serem importados do sul dos Estados Unidos, sendo possível se adaptar bem apenas em regiões onde as condições naturais como clima e solo fossem semelhantes às norte americanas, como é o caso do sul do Brasil (OJIMA, 2006). Nesse contexto, o Rio Grande do Sul foi praticamente o único produtor durante toda a década de 40, havendo apenas uma pequena produção incipiente em São Paulo. O crescimento da produção naquele estado fica evidente ao compararmos o montante produzido nas safras de 1941 e 1951, sendo que no primeiro ano o volume registrado era de 457 toneladas e no último 60.807 toneladas. Evidenciando o rápido sucesso alcançado no cultivo de soja, que se disseminou pelos outros estados da região já no início dos anos 50 conforme pode ser verificado nos anuários estatísticos do IBGE.

O sucesso inicial e o alastramento da produção de soja possuem várias justificativas. A região Sul, sobretudo o estado do Rio Grande do Sul, concentrava a produção nacional de trigo antes mesmo do início do cultivo de soja. Somente entre 1931 e 1935 os gaúchos produziram mais de 636 mil toneladas de trigo correspondendo mais de 80% da produção brasileira do período segundo dados dos anuários do IBGE. Essas duas culturas possuem alto grau de compatibilidade devido ao fato do capital, incluindo máquinas, equipamentos e armazéns, empregados na lavoura do trigo desempenhar a mesma utilidade na lavoura da soja e ainda a mão de obra empregada no trigo não apresenta dificuldade produtiva ao ser reorientada para a produção da soja. Além do mais o trigo é uma das chamadas culturas de inverno, enquanto a soja é uma cultura de verão, sendo portanto o calendário agrícola perfeito para realizar a rotação da terra com essa combinação, possibilitando a utilização de uma mesma área em diferentes

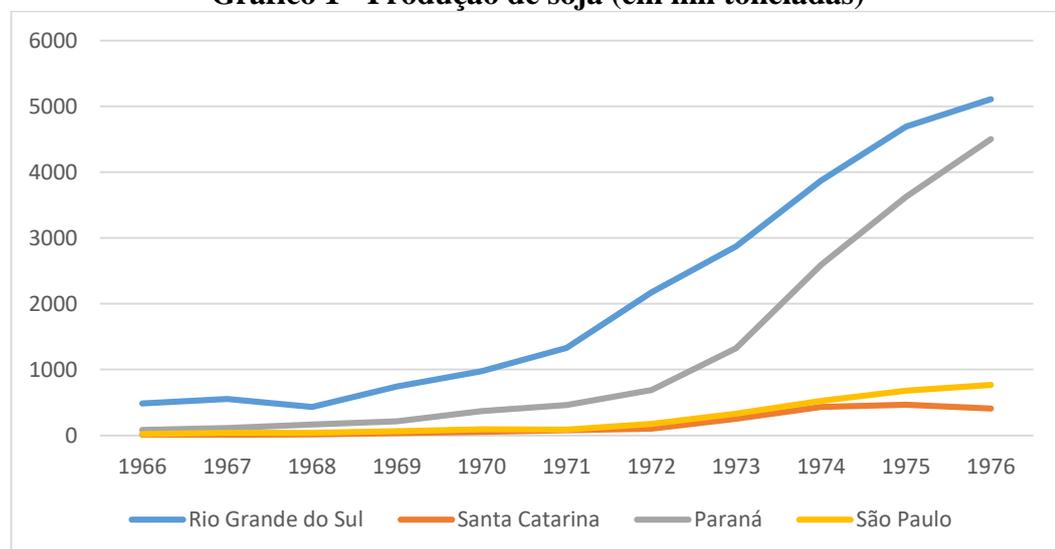
épocas do ano sem afetar de forma relevante a eficiência de algum dos dois (DALL'AGNOL, 2016) (BONATO; BONATO; 1987).

Além disso, a auto suficiência em trigo sempre foi vista como estratégica pelo governo brasileiro, de forma que podemos listar vários incentivos aos produtores do cereal como o Decreto nº2.049, de 31 de dezembro de 1908, que autorizou a concessão anual de 15.000 cruzeiros aos sindicatos e cooperativas agrícolas que cultivassem o cereal. O mesmo decreto ainda isentava de impostos aduaneiros as importações de máquinas e instrumentos agrícolas, bem como adubos e inseticidas. Em 1918 o governo através do decreto nº12.896, fixou prêmios em máquinas agrícolas para produtores, cooperativas e sindicatos que atingissem rendimento superior a 1500 litros por hectare ao longo daquele ano e seu subsequente. Ainda a partir de 1931 foi estabelecida elevação das taxas de importação do trigo em 20% através do decreto nº 19.559 de 3 janeiro 1931. A reserva de mercado ao cereal nacional não parava por aí tendo sido verificadas normas de cota mínima de trigo nacional nos moinhos, vantagens no transporte e finalmente fixado o preço mínimo através do decreto lei nº 955, de 15 de janeiro de 1938. (COLLE, 1998). A partir destes mecanismos é notável a capitalização dos produtores de trigo no período anterior ao início do cultivo em escala comercial da soja, que quando inserida já pode contar com relativo aparato para propiciar o vertiginoso crescimento produtivo que foi verificado.

Ao longo dos anos 50 e na primeira metade da década de 60 a produção de soja se estendeu timidamente pelos outros estados da região sul, Santa Catarina e Paraná, além de se consolidar em São Paulo. Os anos de 1953 e 1955 ficaram marcados por condições climáticas adversas, em 1955 o avanço da onda polar afetou a maior parte do nosso território derrubando temperaturas até mesmo em regiões de clima equatorial. A região sul foi a mais intensamente atingida sendo que 90% do seu território foi afetado, várias cidades ficaram por dias seguidos registrando temperaturas máximas abaixo dos 0°C segundo registros do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). A ocorrência de fortes geadas, destruíram o cultivo do café, prejudicando principalmente o Paraná. Convém ressaltar que os paranaenses eram um dos principais produtores de café naquele momento e ainda se recuperavam da geada de 1953. A partir de então foi sugerido o plantio de soja como uma forma de diminuir os efeitos desses fenômenos climáticos devido a sua maior resistência às alterações. O resultado é evidente, apenas entre 1955 e 1957 a área plantada de soja aumentou mais de 122 vezes no Paraná, que então foi se consolidando como um dos principais produtores da oleaginosa (BONATO; BONATO; 1987). É importante destacar que até 1965 o Rio Grande do Sul ainda concentrou de maneira robusta a produção brasileira de soja e que esse panorama foi se modificando a

partir daquele ano, com o Paraná sendo o grande destaque do decênio 66/76. Apesar dos estados de Santa Catarina e São Paulo também apresentarem elevadas taxas de crescimento da produção neste período, deve se sublinhar que estas foram alcançadas em níveis de produção mais baixos, enquanto a escala do Paraná já se dava em nível mais aproximado ao que era verificado no Rio Grande do Sul. Dessa forma, o salto no montante produzido, que girava em torno 83 mil toneladas em 1966 e já alcançava 4,5 milhões de toneladas em 1976, pode ser considerado realmente um desempenho espetacular, alçando o estado ao fim desse processo como um grande produtor de soja parelho ao Rio Grande do Sul, como pode ser verificado no gráfico 1, e detentor de uma fatia superior a 40% da produção nacional.

Gráfico 1 - Produção de soja (em mil toneladas)



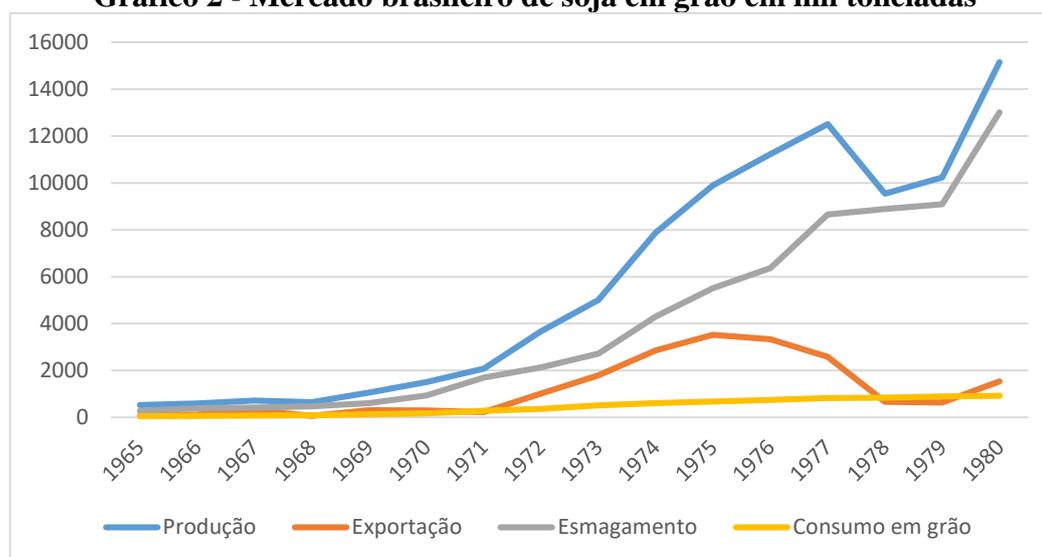
Fonte: IBGE

Os outros estados somados possuíam durante esse período uma produção semelhante a de Santa Catarina, mostrando assim que o eixo produtivo da soja estava bem definido, configurando a chamada região tradicional formada pela região sul e o estado de São Paulo (BONATO; BONATO; 1987). Observando o gráfico 1 é notável que a produção de soja se expandia rapidamente no Brasil, sobretudo ao longo da década de 70 quando em um impressionante surto produtivo a oferta do grão salta de 1,5 milhões de toneladas em 1970 para 15,1 milhões em 1980, sendo necessário contextualizar à realidade brasileira e mundial da época para compreender os fatores que justificaram a crescente importância dada pelos produtores a oleaginosa ao dedicar cada vez mais área ao seu cultivo.

1.1 Fatores determinantes ao estabelecimento da soja no Brasil

Segundo o censo demográfico publicado a cada década pelo IBGE, em 1970 a população urbana brasileira ultrapassou a população rural, esse movimento de crescimento das cidades vinha sendo verificado durante as décadas anteriores. Um dos fatores-chaves que explicam esse comportamento é a existência desde a década de 30 de uma forte política de industrialização idealizada pelo governo Getúlio Vargas, que combinada ao fim do ciclo do café funcionava como catalisador do processo. Esta expansão urbana favorecia o desenvolvimento da indústria de alimentos, e esta necessita da matéria-prima oriunda do campo, estimulando, portanto a produção agrícola (CAMPOS, 2010). O desenvolvimento desse parque industrial significava a expansão e consolidação da demanda interna pelos grãos de soja, sendo que a vocação agroindustrial da oleaginosa começa a ficar mais evidente. O grande consumidor da soja em seu estado natural certamente é o setor industrial, o processo produtivo que consiste no esmagamento do grão gera como produto uma proporção 80/20, farelo/soja, desconsiderando perdas (HIRAKURI; LAZZAROTTO; 2014). Em 1965, segundo dados do IBGE, 85% do consumo doméstico teve o esmagamento como destino, reforçando a importância do tecido industrial para o estabelecimento da produção de soja. A utilização do grão de soja em seu estado natural corresponde a uma pequena parcela do total colhido, ao analisarmos o seu mercado durante o período compreendido entre meados dos anos 60 e a década de 70, sua dinâmica de funcionamento fica esclarecida, como podemos ver no gráfico a seguir.

Gráfico 2 - Mercado brasileiro de soja em grão em mil toneladas



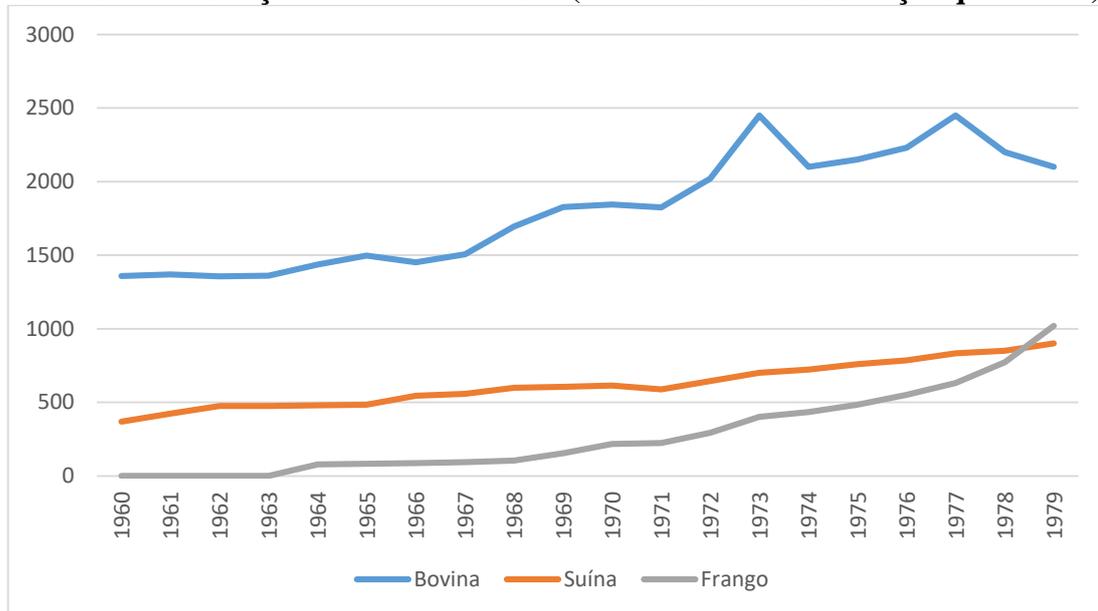
Fonte: USDA

O gráfico 2 evidencia vários aspectos do mercado de soja naquele momento, entre eles podemos listar; o intenso ritmo de crescimento da produção foi acompanhado pelo aumento da quantidade processada nas indústrias do Brasil. Essa trajetória demonstra a evolução de um tecido industrial ligado ao complexo soja. Segundo a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, EMBRAPA, em 1970 a capacidade de processamento era de 1,5 milhões de toneladas ao ano, tendo saltado para 21 milhões de toneladas em 1980, montante superior à produção nacional do grão que naquele momento registrava cerca de 15 milhões de toneladas. O vertiginoso crescimento das exportações do grão durante a década de 70 também é notório, sendo impulsionado principalmente pelas condições favoráveis do mercado externo. No final da década percebe-se um choque negativo neste fluxo de soja em grão para o exterior, isso aconteceu devido à quebra das safras dos anos de 1978 e 1979 após uma forte estiagem que atingiu a região sul, maior produtora, atingindo fortemente o comércio externo da oleaginosa (SOUZA, 1990). É importante notar que o consumo doméstico, esmagamento mais consumo em grão, manteve-se estável com uma leve tendência de alta nesses dois anos. O consumo em grão fora da indústria de processamento remete ao seu uso direto como alimentação animal no mercado nacional, cabe ressaltar que essa não é uma prática habitual, que conforme podemos perceber no gráfico 2 representa apenas uma pequena parcela da demanda do grão durante todo o período.

Dada a importância do setor industrial neste processo é necessário entender os produtos derivados da oleaginosa e sua utilidade. O principal produto oriundo da soja é o farelo, que é largamente utilizado no mercado de rações para animais devido ao seu elevado teor de proteína, cerca de 40%. Pode-se, então, estabelecer uma estreita relação de dependência do mercado de soja em relação ao mercado de carnes (HIRAKURI; LAZZAROTTO; 2014). Durante as décadas de 60 e 70, na esteira do sucesso produtivo da soja, do rápido desenvolvimento do parque industrial destinado ao processamento e do movimento de urbanização nacional, existe também um aumento considerável na produção nacional de carne, conforme gráfico 3, além de uma diversificação produtiva no referido setor. O grande destaque é o rápido crescimento da produção industrial de carne de frango que ultrapassa a produção de carne suína rapidamente. Cabe ressaltar que a ração destinada à criação de aves é a que utiliza em maior proporção o farelo de soja na sua mistura. Até a década de 70, a avicultura brasileira era concentrada na região sudeste, principalmente em São Paulo, e marcada por um sistema de produção artesanal em que o frango era muitas vezes vendido vivo ou abatido em feiras livres. A venda não possuía longo alcance territorial uma vez que a capacidade de armazenamento adequado, resfriamento,

era extremamente limitada, deixando assim o produto com alto grau de perecibilidade (VOILÀ; TRICHES; 2014).

Gráfico 3 - Produção de carne no Brasil (em mil toneladas carcaça equivalente)



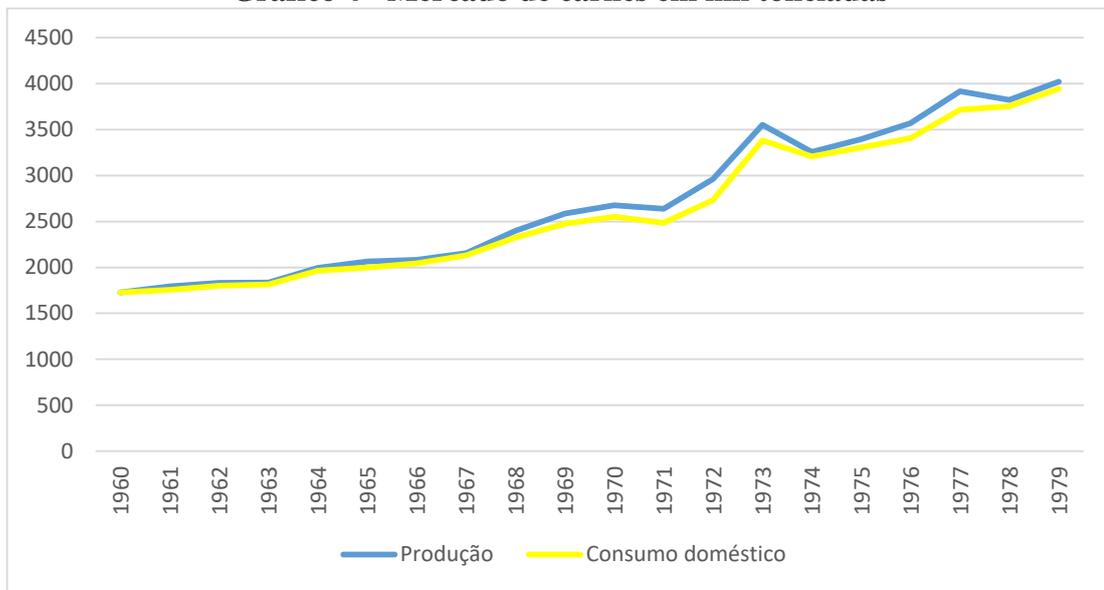
Fonte: USDA

A partir da década de 70 desenvolve-se uma moderna indústria avícola no Brasil, concentrando-se, sobretudo, no sul do país, tradicional região produtora do grão, com grande destaque para Santa Catarina que ainda hoje lidera o mercado de carne de frango no país. A indústria avícola brasileira absorveu o sistema de produção e gerenciamento norte americano, utilizando, portanto, o mesmo padrão no desenho de estrutura, sistema nutricional, material genético, organização da produção e comercialização (WARKERN, 1999). As empresas muitas vezes, firmavam parcerias com pequenos agricultores que recebiam assistência técnica, ração e até financiamento (VOILÀ; TRICHES; 2014). É importante ressaltar que a concentração da nova avicultura empresarial em Santa Catarina e o fato do estado ser localizado no centro da região sul, que naquele momento concentrava a produção de soja no Brasil, guarda uma relação estreita. Apesar do estado sempre esbarrar em condições topográficas adversas para o cultivo em larga escala da oleaginosa, sempre obteve uma produção considerável. Além do mais, a facilidade de transporte com os grandes centros produtores Rio Grande do Sul e Paraná e a posição geográfica privilegiada, próxima aos grandes centros urbanos em formação no Brasil, principalmente na região sudeste, consistiam em indutores deste processo (CAMPOS, 2010).

Um ponto interessante para reforçar a importância da demanda interna é o fato de o consumo total da carne brasileira, neste caso, bovino, suíno e frango, ser majoritariamente

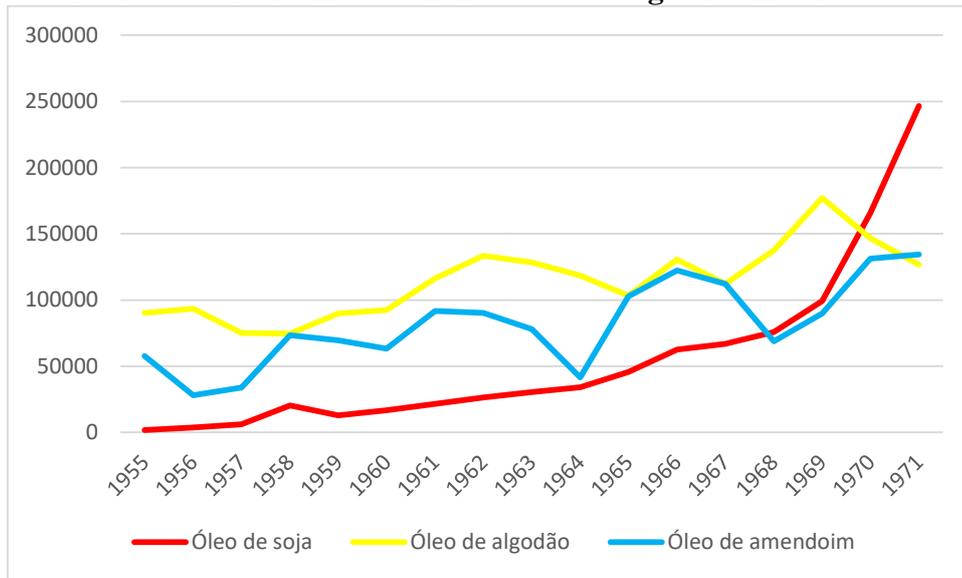
doméstico durante o referido período, sendo que a parcela exportada não corresponde a 4% do total produzido conforme pode ser visto no gráfico 4, além do mais houve um movimento de aumento relativo do consumo de carne de frango frente às outras carnes naquele momento, estimulando ainda mais o mercado da soja (MONDRINI; MONTEIRO,1994).

Gráfico 4 - Mercado de carnes em mil toneladas



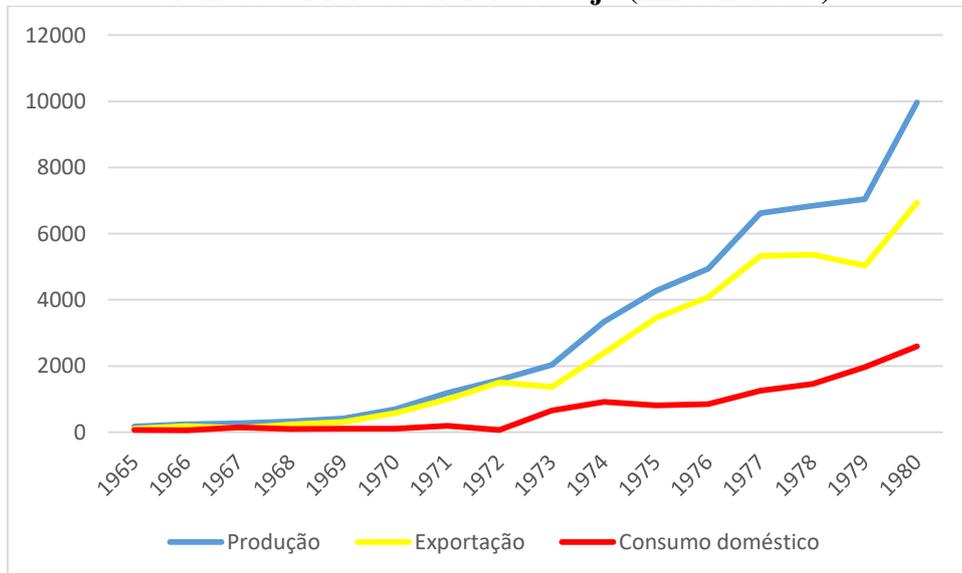
Fonte: USDA

A urbanização do Brasil, trouxe consigo mudanças marcantes no hábito alimentar da população, sendo que o anteriormente relatado no tocante ao consumo de carne foi mais um caso. Outro exemplo importante deste processo é a substituição da gordura animal por óleos vegetais no cotidiano doméstico das pessoas (MONDRINI; MONTEIRO; 1994). O abandono da gordura de porco em prol dos óleos vegetais acontece no mesmo momento do surto produtivo da soja no país, criando um mercado sólido para um de seus principais produtos gerados na indústria, o óleo de soja. É importante ressaltar que até o final dos anos 60, o mercado nacional de óleos vegetais era dominado pelos óleos de algodão e de amendoim. No entanto, a partir da década de 70 o óleo de soja começa a despontar como o principal a ser utilizado nos domicílios brasileiros, conforme gráfico 5, posição que se mantém com relativa folga até os dias atuais. Cabe ressaltar que naquela altura, o óleo de soja era também o óleo vegetal mais consumido do mundo.

Gráfico 5 - Consumo brasileiro de óleos vegetais em toneladas

Fonte: IBGE

Após abordar os dois produtos diretamente oriundos da transformação do grão de soja no setor industrial e evidenciar a expansão de uma demanda nacional para estes, é importante compreender a dinâmica de seus mercados, isto é, o destino final da produção. Isto nos ajudará a compreender de maneira clara os determinantes do surto produtivo da oleaginosa.

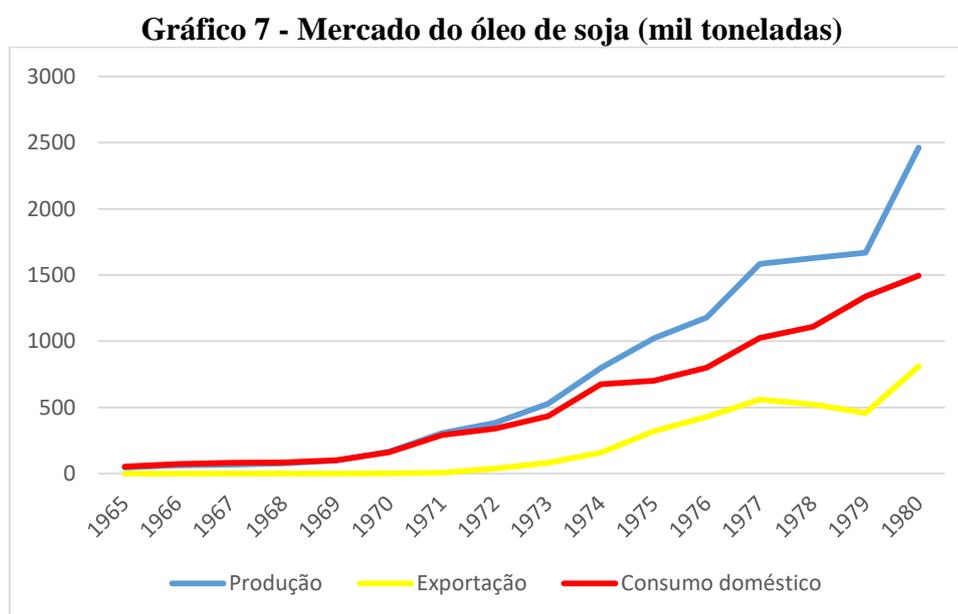
Gráfico 6 - Mercado farelo de soja (mil toneladas)

Fonte: USDA

A robusta trajetória de crescimento da produção de farelo de soja, evidenciada no gráfico 6, vai ao encontro com o aumento da quantidade processada do grão de soja que foi mostrada no gráfico 2. Naquela ocasião, o grão de soja para esmagamento foi atribuído ao consumo

doméstico devido ao fato das indústrias demandantes serem instaladas em solo nacional. No entanto, ao prosseguir a investigação acerca do mercado do farelo gerado na indústria, percebe-se que em sua maior parte, o mercado internacional é o seu destino. O consumo doméstico apesar do destacado aumento durante a década de 70, principalmente estimulado pelo crescimento da avicultura, não se consolida em momento algum do período, como principal demandante do produto, sendo que na maior parte do tempo inclusive cresce menos que a quantidade exportada. O reflexo desse comportamento é que cerca de 74% de todo o farelo produzido entre 1965 e 1980 foi destinado à exportação, sendo que durante os anos 70 a fatia exportada cresce em relação a fatia consumida internamente, mesmo que esta última tenha crescido em números absolutos.

O mercado do óleo de soja, apesar da semelhante trajetória de crescimento da produção, apresenta panorama diferente em relação ao farelo acerca do destino final da produção, sendo que o consumo doméstico prevalece durante todo o período em relação as exportações, conforme gráfico 7. Nesse mercado chega a ser registrado em alguns momentos inclusive necessidade de importar produtos, devido a uma demanda superior a produção nacional. No entanto, deve se ressaltar que a quantidade absorvida pelo mercado internacional também aumenta, mas sem alterar de maneira considerável a supremacia do mercado interno.

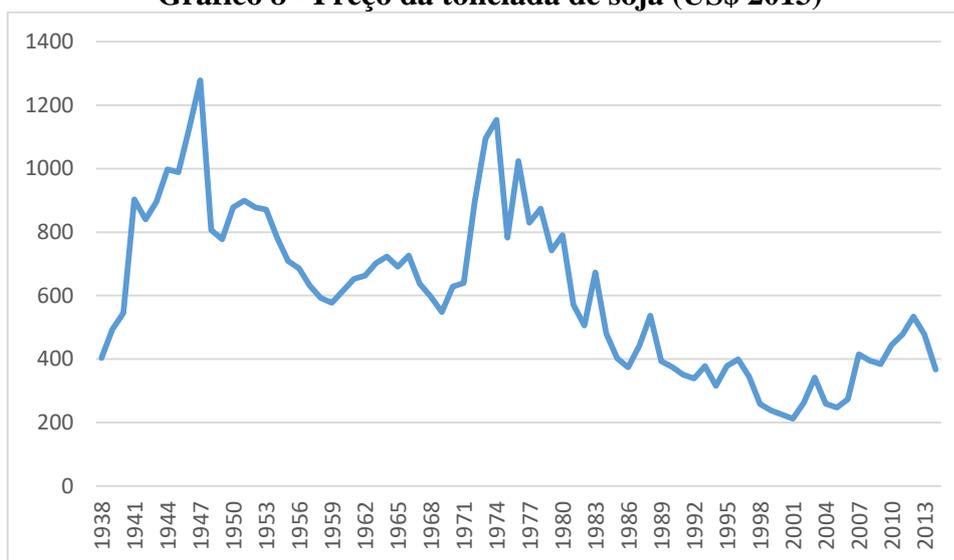


Fonte: USDA

Ao analisarmos cuidadosamente o mercado do complexo soja, grão-farelo-óleo, fica claro que apesar da destacada importância da consolidação do consumo interno, a demanda internacional é um elemento imprescindível ao crescimento produtivo da oleaginosa, uma vez

que o surto produtivo registrado na década de 70 foi em sua maior parte escoado para além das fronteiras do Brasil. Nesse ponto é crucial entender o mercado externo extremamente favorável à oleaginosa, sobretudo nos anos 70, quando o preço da tonelada do grão de soja alcançou seu valor mais alto desde 1947, conforme pode ser visto no gráfico 8.

Gráfico 8 - Preço da tonelada de soja (US\$ 2013)



Fonte: NASS/USDA

A elevada cotação do grão de soja nos anos 70 tem algumas explicações, o início da década ficou marcado pela prosperidade da economia mundial, que favorecia o mercado de commodities (CAMPOS, 2010), além do mais em 1971 os EUA rompem com o padrão ouro, havendo uma acentuada desvalorização do dólar a partir deste momento. Somente entre 1971 e 73 a cotação do ouro saltou de US\$35:1 onça que era o câmbio fixo oficial estabelecido pelo tratado de Breton Woods para US\$125:1 onça (ROTHBARD, 2010). Para os importadores da soja americana esse fato significava preços menores e como resultado elevação das compras de um produto que apresentava cada vez mais utilidade (WARKERN, 1999).

Com a expansão da demanda mundial esses preços logo se elevaram, sobretudo, após outros eventos como a frustração da safra de grãos na União Soviética, que logo se apresentou como agente importante no mercado da oleaginosa comprando parte significativa da safra americana em 1972 (WARKERN, 1999). O ano de 1973 também ficaria marcado pelo primeiro choque do petróleo, quando em um movimento articulado pelos países da OPEP (Organização dos Países Exportadores de Petróleo) o preço do barril quadruplicou, tendo consequências imediatas no mercado de commodities agrícolas. Nesse cenário a cotação da soja se elevou ainda mais no mercado internacional, até mesmo devido ao fato da grande maioria dos insumos

agrícolas serem derivados do petróleo, o que conjuntamente ao encarecimento no preço do transporte pressionam o custo de produção.

Ademais, fatores climáticos acentuaram a volatilidade do preço da oleaginosa, a indústria de rações animais utilizava largamente a farinha de peixe, que no ano de 1972 sofreu um violento choque negativo de oferta, devido ao fenômeno El Niño que atingiu a costa do Peru, principal produtor, afetando fortemente a captura de anchovas restringindo a produção peruana a um quarto do nível precedente em apenas dois anos. O farelo de soja reforça sua posição como substituto para farinha de peixe no mercado de proteína animal (CAMPOS, 2010).

Ainda em 1973 o governo norte americano cria como uma das medidas para conter a escalada inflacionária um embargo a exportação da soja, que apesar de não ter durado muito tempo foi, juntamente com a quebra da safra do farelo de peixe, um evento para causar pânico nos países dependentes da importação da oleaginosa como o Japão e toda a Europa ocidental que necessitavam de produtos para sustentar suas respectivas atividades pecuárias, tanto que em 1974 a tonelada de soja alcança sua cotação mais elevada durante a década de 70 e que não se repetiu até o presente momento (WARNKEN, 1999)

Cabe ressaltar que havia concomitantemente ao longo deste período um vertiginoso aumento no consumo mundial de carne. Em 1970 a produção mundial de carne suína estava em 25,5 milhões de toneladas carcaça equivalente, em 1980 essa produção já alcançava 49,4 milhões. No mercado de carne de frango a variação percentual foi ainda maior, saltando de 7,4 milhões de toneladas em 1970 para 16,1 milhões em 1980 segundo dados do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos. Além do mais o consumo mundial de óleo de soja salta de 29,9 milhões de toneladas em 1965 para 84,7 milhões em 1980 segundo dados do USDA.

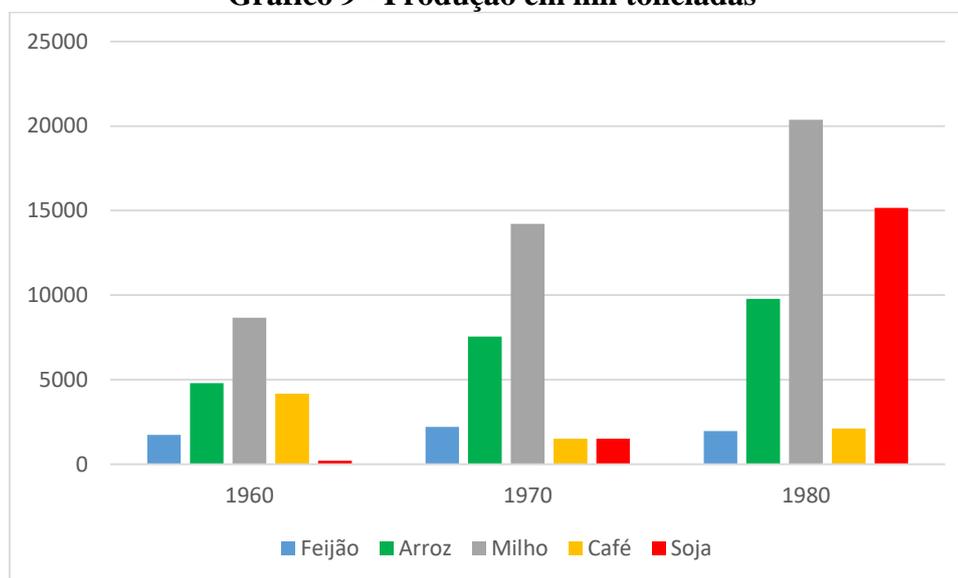
Ainda houve uma estiagem na região produtora de grãos dos Estados Unidos, principal produtor, induziu a quebra das safras de 1974 e 1976. Mesmo com o reestabelecimento do mercado americano de grãos, os seus clientes importadores se mostraram receosos a partir destes eventos, um grande exemplo deste comportamento foi a visita de autoridades japonesas ao Brasil com finalidade de conhecer a produção brasileira de soja e a sua capacidade de expansão como opção de suprimento ao crescente mercado internacional. Essa iniciativa inclusive gerou o Programa de Cooperação Nipo-Brasileira para o Desenvolvimento dos Cerrados, PRODECER, que foi um instrumento interessante na expansão da soja para o centro oeste brasileiro, que viria a ter seu início a partir de meados dos anos 70 (WARNKEN, 1999).

Neste peculiar contexto mundial, países dependentes da importação de petróleo, como era o caso do Brasil, necessitavam de meios para captação de divisas estrangeiras para manter

o controle sobre o balanço de pagamentos após a crise petrolífera de 73. No caso brasileiro a necessidade de divisas era primordial, o país atravessava um período que ficou conhecido como milagre econômico (1967-73) onde houve um esforço por parte do Estado, através de pesados investimentos visando alcançar a industrialização em setores pesados como bens de capital e bens intermediários (SERRA, 1982).

Em 1972 foi lançado o I Plano Nacional de Desenvolvimento que além de reforçar volumosos investimentos estatais nestes setores, possuía foco na melhoria da infraestrutura do país, visando lograr um crescimento econômico sustentado. Nessa conjuntura havia a constante necessidade da importação de máquinas que não poderiam ser produzidas no Brasil naquele momento. Devido a esse fator o governo incentivou fortemente a produção agrícola de produtos exportáveis em detrimento a produção para consumo interno sendo a soja considerada a principal dessas culturas. O resultado alcançado é evidenciado no gráfico 9 que mostra a produção dos principais produtos em anos específicos sendo que a área cultivada seguiu no período o mesmo padrão como pode ser consultado no IBGE. A cultura de soja que possuía uma produção relativamente irrisória em 1960, em 1980 já se consolida como umas da mais importantes do país, após um crescimento extraordinário na década de 70.

Gráfico 9 - Produção em mil toneladas



Fonte: IBGE

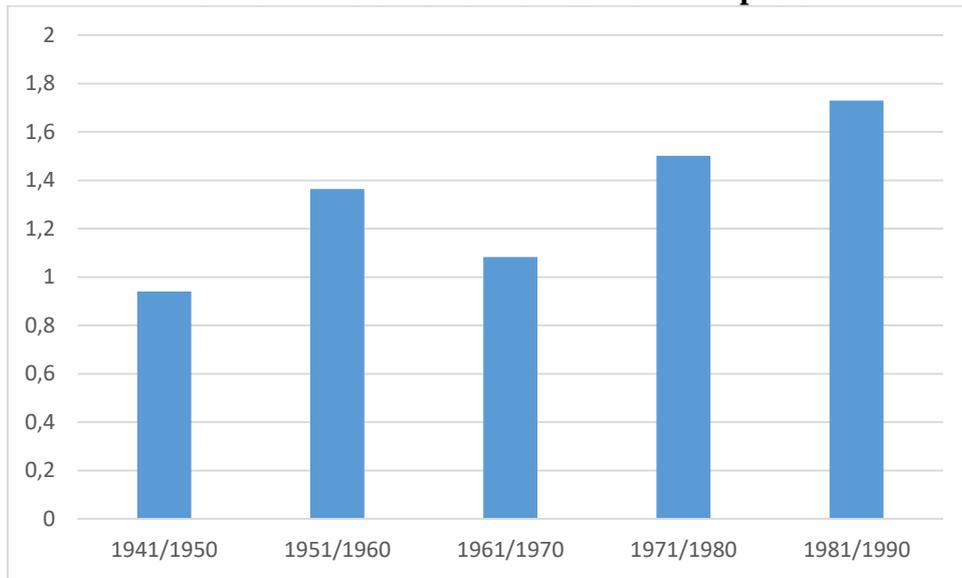
O papel do Estado brasileiro nessa trajetória é marcante, em 1965 através do texto lei nº4829 é criado o Sistema Nacional de Crédito Rural (SNCR), que se tornou um elemento imprescindível à produção de soja. Os empréstimos eram realizados muitas vezes com taxa de juros real negativa, abaixo da inflação, e possuíam múltiplas funções. Existiam linhas de crédito

voltadas para o curto prazo e o longo prazo, neste último podemos destacar o crédito para investimento, que era dedicado a aquisição de máquinas e sistemas de irrigação mais sofisticados, desempenhando, portanto, atividades que antes eram realizadas de forma manual, induzindo a um intenso ganho permanente de produtividade (FÜRSTENAU, 1987).

Nas linhas de curto prazo destaca-se o crédito para custeio que geralmente era voltado para a compra de adubos, fertilizantes, defensivos, aumentando a produtividade no ano safra. Havia também crédito dedicado a comercialização dos produtos. É importante notar que o SNCR serve como uma estratégia do governo para criar acesso do setor agropecuário aos bens produzidos nos novos segmentos da indústria de transformação que estavam sendo fomentados no país naquele momento. Nesse caso o mecanismo funciona como uma via de mão dupla, uma vez que estimula a demanda para a recém-criada indústria de bens de capital, que produz as máquinas agrícolas, e indústria de bens intermediários, produtora dos adubos, fertilizantes e defensivos (FÜRSTENAU, 1987).

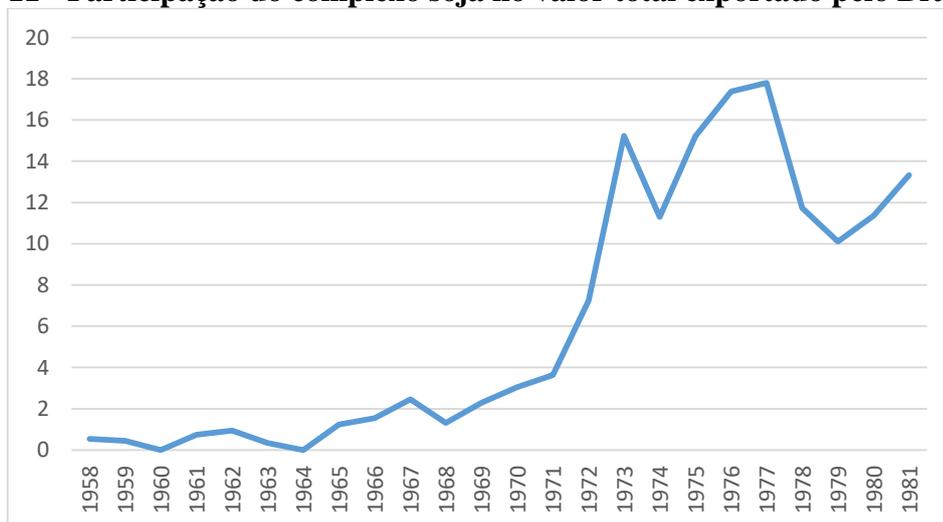
Por outro lado, a introdução desse novo capital no campo, significa um ganho técnico que se reflete no aumento de produtividade traduzindo em um aumento da produção e consequentemente no aumento do excedente exportável, o que era como dito anteriormente imprescindível para a captação de divisas no mercado externo de forma a conferir prosseguimento ao vigente projeto de industrialização nacional desenvolvimentista (FÜRSTENAU, 1987). A soja foi uma das maiores beneficiadas deste sistema de crédito devido à sua importância estratégica no mercado internacional e a sua crescente utilização também no mercado interno, de forma que sua expansão sempre foi vista com atenção especial pelos formuladores de política econômica (CAMPOS, 2010).

Porém os incentivos governamentais não se restringiam apenas a concessão de crédito, existindo também subsídios a exportação e créditos fiscais a partir da lei nº491/69 e o abandono do câmbio fixo em favor de um sistema de minidesvalorizações a partir de 1968 (CAMPOS, 2010). Todas estas ações em conjunto atuam deslocando o eixo produtivo em direção às culturas exportáveis, como pôde ser visto no gráfico 9. Os objetivos traçados pelo governo foram em certo ponto alcançados, o fato da soja ser uma cultura de fácil mecanização (BONATO; BONATO; 1987), combinado ao enorme estímulo de investimento elevou a produtividade da oleaginosa durante a década de 70 concomitante ao avanço da área cultivada pode ser evidenciando no gráfico 10.

Gráfico 10 - Produtividade média em toneladas por hectare

Fonte: IBGE

Percebe-se que na década de 50 houve um pico no aumento de produtividade, mas esse não era um aumento técnico pois ocorreu pela expansão e concentração da produção no Rio Grande do Sul, sobretudo, nas pequenas propriedades no norte do estado, onde os solos eram naturalmente férteis. Na década de 60 o aumento da produção também se deu exclusivamente pelo aumento da área cultivada, como na região da Campanha, só que dessa vez os solos não possuíam a mesma fertilidade do norte gaúcho, fazendo com que a produtividade ao longo da década de 60 seja sensivelmente menor que nos anos 50. No entanto, a partir da década de 70 podemos perceber o aumento permanente da produtividade, em conjunto com a expansão em diversos tipos de solos e diferentes regiões (DALL'AGNOL, 2016).

Gráfico 11 - Participação do complexo soja no valor total exportado pelo Brasil em %

Fonte: IBGE

A captação de divisas por meio do complexo soja, grão-farelo-óleo, como foi planejada pelos formuladores de política econômica do governo militar também pode ser considerada um sucesso. Conforme apresentado no gráfico 11, com uma participação irrisória na maior parte dos anos 60, o complexo soja passa a contribuir com mais de 10% do valor total exportado em meados da década de 70, mesmo em anos de quebra de safra como 1978 e 1979, chegando ao pico do período no ano de 1977 quando contribuiu com 17,79%. Iniciando assim a trajetória de consolidação do status de produto primordial para a integração do Brasil no mercado internacional.

1.2 Mudança no eixo espacial da produção brasileira de soja

A atenção dedicada pelo Estado brasileiro à soja se torna ainda mais acentuada quando em 1975 é criado o Centro Nacional de Pesquisa de Soja, com sede em Londrina, como uma das unidades da EMBRAPA. O objetivo seria a adaptação dos cultivares a regiões de baixas latitudes, cabe ressaltar que até 1970 a cultura de soja estava confinada a latitudes acima de 30°S. Atualmente é possível no país cultivá-la com eficiência de 34°S a 5°N (DALL'AGNOL, 2016).

O mercado externo favorável à oleaginosa durante a década de 70 incentivava fortemente a expansão do seu cultivo. Naquela altura, a produção de soja ainda estava concentrada na região sul, com grande sucesso produtivo. No entanto, os produtos esbarravam na escassez de terras e consequente aumento em seus preços para ampliar o cultivo da oleaginosa. Havia um movimento de venda de terras no Sul para adquirir áreas maiores em outras regiões como o centro oeste, principalmente pelo baixo valor da terra em relação ao praticado na região sul (DALL'AGNOL, 2016).

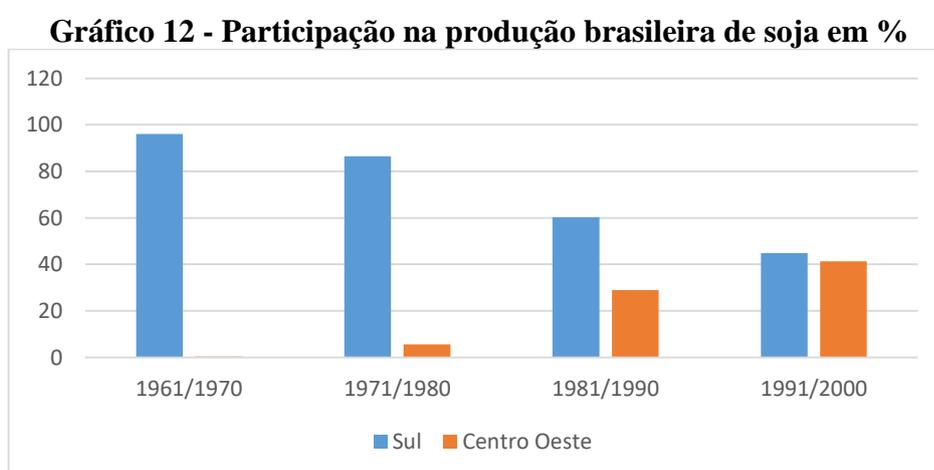
A adaptação dos cultivares as baixas latitudes era uma necessidade que além dos interesses dos agricultores, ia de encontro aos anseios que o governo brasileiro possuía em relação ao aumento da exportação. A participação da EMBRAPA-Soja foi determinante neste estágio, pois não havia disponibilidade técnica para realizar esse plantio em qualquer outro lugar do mundo naquele momento (DALL'AGNOL, 2016).

A partir da adaptação do cultivo a regiões tropicais, o crescimento da produção, da área cultivada e da produtividade da soja na região centro oeste deu-se de maneira vertiginosa devido a vários fatores:

- A) A topografia plana da região é uma combinação muito desejável à possibilidade de mecanização da soja, pois propicia a utilização de máquinas de maior porte e conseqüentemente maior rendimento do capital em várias tarefas como preparo do solo, plantio e colheita.
- B) O regime climático é outro fator importante, a estabilidade dos níveis pluviométricos da região em relação a maior variabilidade quanto as chuvas na região sul, constitui outra vantagem relativa ao cerrado brasileiro.
- C) A grande disponibilidade de terras, que após a redução da acidez através da calagem com adição de calcário, se tornavam produtivas.
- D) O fato de grande parte dos produtores serem oriundos da região sul, onde já cultivavam a soja, os insere no cerrado com um bom nível econômico e tecnológico (CAMPOS, 2012).

Deve ser ressaltado que além dos destacados fatores econômicos, o grande aparato estatal à expansão da soja pelo centro oeste extrapola os argumentos de mercado. O povoamento do interior do país sempre foi um desafio histórico brasileiro, ainda existe como fato marcante uma concentrada densidade demográfica nas regiões sudeste, sul e nordeste, sobretudo na faixa litorânea. Em 1970, esse desequilíbrio era ainda mais severo, de maneira que a expansão da sojicultura pela região centro oeste significa também um marco na urbanização local, com a criação de cidades e surgimento de uma modesta infraestrutura. (DALL'AGNOL, 2016).

O resultado pode ser visto no gráfico 12, evidenciando a intensa mudança no eixo produtivo da oleaginosa durante os anos 80. O cerrado brasileiro que ao final da década de 70 possuía ínfima participação na produção nacional de soja, já possui na década de 90, uma participação aproximada à verificada na região sul.



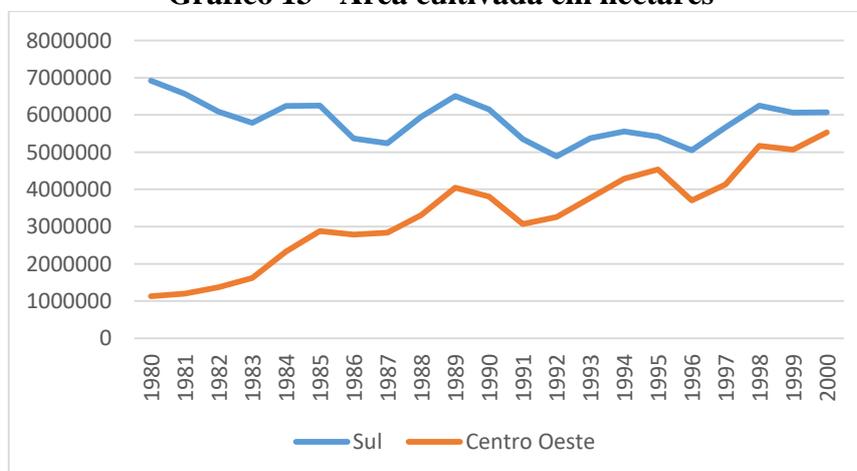
Fonte: IBGE

O acelerado crescimento da produção de soja verificado no centro oeste ao longo da década de 80, se contrasta com condições instáveis no Sul, principalmente devido a fatores climáticos, que prejudicaram o desempenho da tradicional região produtora, sendo que existe inclusive uma tendência de redução da área sulina cultivada neste período. O crescimento da produção nacional registrado em 3% ao ano durante os anos 80, deve se exclusivamente a expansão da oleaginosa no cerrado (PAULA et.al FILHO 1998).

Os dados da pesquisa Produção Agrícola Municipal (PAM) do IBGE ainda mostram que a produtividade média verificada no centro oeste ao longo da década de 80 é sensivelmente superior em relação a registrada no sul, 1,867 e 1,617 toneladas/hectare respectivamente, sendo que a área cultivada no centro oeste aumentou mais de três vezes naquele período enquanto no sul a área cultivada manteve se sempre abaixo daquela verificada nos anos finais da década de 70, explicando assim o intenso crescimento da fatia da produção brasileira de soja oriunda do cerrado na década de 80.

Durante os anos 90, a produção de soja apresenta um ritmo mais forte em relação a década de 80, com um ganho substancial de produtividade nas principais regiões produtoras. No entanto, a dinâmica do crescimento produtivo acontece de maneira distinta entre elas, conforme gráfico 13, sendo que no Sul prevalece a estagnação da área cultivada com aumento da quantidade produzida, enquanto a região centro oeste registra novo aumento da área cultivada combinado a um aumento da produção. Cabe ressaltar que novamente a região do cerrado obteve produtividade superior a região sul e que tais variáveis conjuntamente explicam a nova distribuição da produção que se consolidaria nos anos 2000, com o centro oeste assumindo de forma definitiva o protagonismo da produção de soja.

Gráfico 13 - Área cultivada em hectares

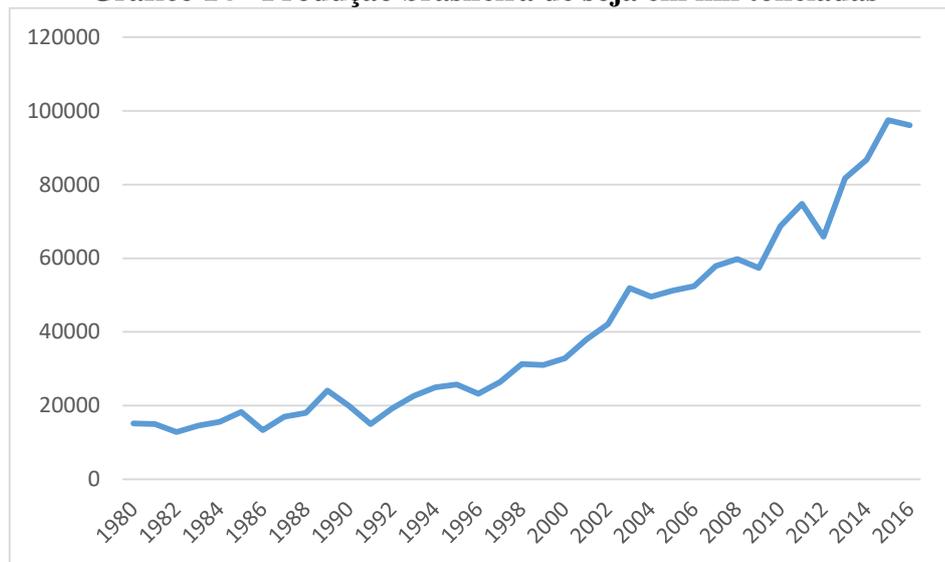


Fonte: IBGE

A partir de meados dos anos 80, o incentivo estatal a agricultura havia cessado devido à crise financeira que o país atravessava, o abundante crédito rural que dinamizou o setor agrícola entre os anos 60 e 70 não estava mais disponível, principalmente no tocante ao nível da taxa de juros. No entanto, o que se percebe de maneira concomitante a escassez de crédito subsidiado é um intenso aumento tecnológico resultado de um crescente nível de investimento em insumos como tratores, arados mecânicos, conservação do solo, evidenciando um dinamismo no setor orientado pelo setor privado, com os agricultores mostrando maior capitalização nesse momento (CAMPOS, et.al PAULA, 2002).

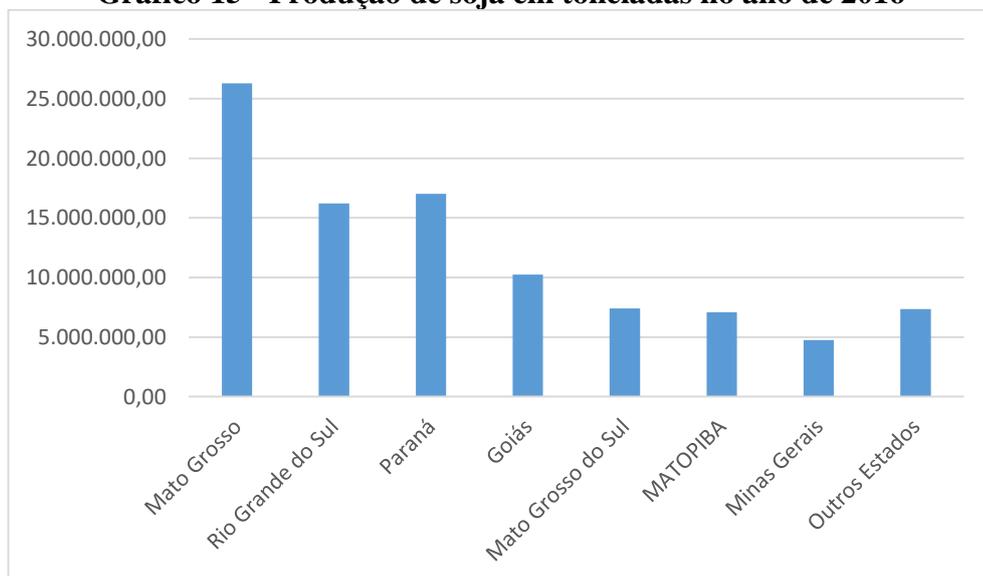
Essa agricultura de caráter empresarial, também conhecida como agronegócio, surge no Brasil a partir da soja, sendo esta a grande responsável pela mecanização das lavouras, aumentando de forma robusta a produtividade também de outros cultivos (DALL'AGNOL,2016). A trajetória da soja se mistura com a própria história de modernização da agricultura brasileira, seu sucesso fomentou discussões e ações antes inexistentes como desenvolvimento em pesquisa, tecnologia, setor agroindustrial, cadeia produtiva e até em infraestrutura. Os inúmeros processos que se iniciaram a partir dela constituem um verdadeiro marco ao setor agrícola nacional. A revolução no modo produtivo que posteriormente transbordou para outros cultivos inclui a mecanização do plantio, investimento em estruturas de armazenagem, processamento, inclusive desbravando regiões antes praticamente selvagens como o centro oeste. Extrapolando o volume financeiro e físico sem precedentes na agricultura brasileira, a cultura da soja é responsável pela modernização na gestão administrativa de produtores, fornecedores de insumos e processadores de matéria prima, inserindo nestes agentes econômicos uma visão empresarial que propiciou maior autonomia ao setor agrícola nacional (BRUM et.al HECK, LEMES, MULLER, 2005).

Além do mais, o sucesso da soja no Brasil foi responsável direto pela prosperidade da produção de carnes, que atualmente figura entre os principais produtos da pauta de exportações do país (DALL'AGNOL,2016). No fim dos anos 90 a soja começa a se consolidar também no nordeste e norte, dando início a uma nova região produtora que ficaria conhecida mais tarde por Matopiba, que são as iniciais dos estados que a compreende, Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia.

Gráfico 14 - Produção brasileira de soja em mil toneladas

Fonte: IBGE

A partir dos anos 2000, o crescimento da produção de soja volta a apresentar ritmo muito elevado, segundo gráfico 14, sendo que a oferta nacional praticamente triplicou entre 2000 e 2015. Foi nesse período que a região centro oeste se consolidou como a principal produtora de soja, com grande destaque para o estado de Mato Grosso que se tornou o maior produtor entre as unidades da federação, conforme gráfico 15. Cabe destacar que houve um forte aumento na produção da região sul, tradicional produtora. No entanto, a expansão da soja no cerrado foi suficientemente robusta para conferir ao centro oeste o reconhecimento de maior produtor de soja no Brasil, até mesmo pelas condições favoráveis anteriormente citadas.

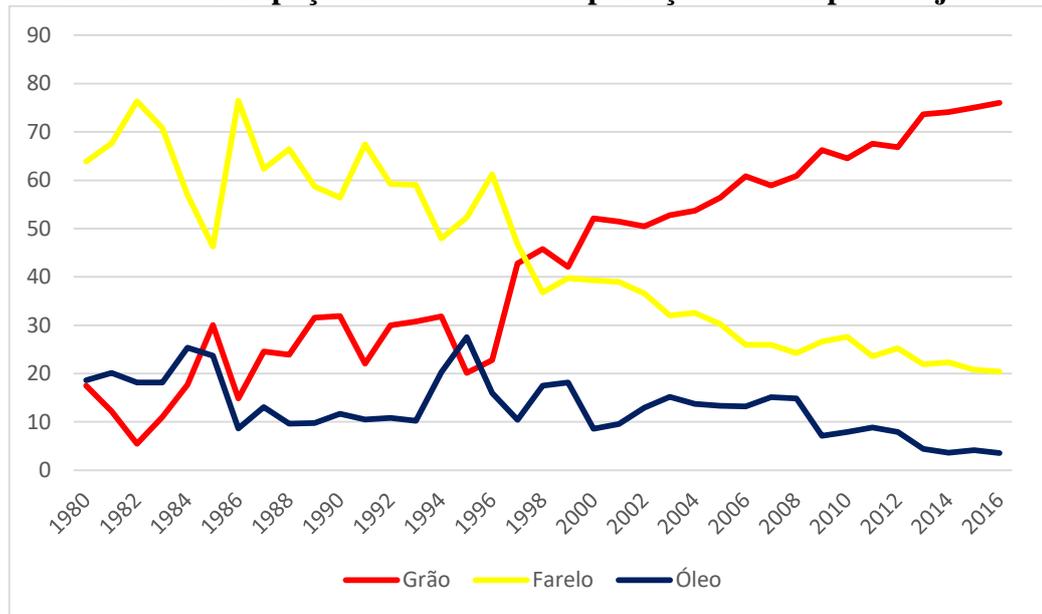
Gráfico 15 - Produção de soja em toneladas no ano de 2016

Fonte: IBGE

O ótimo ritmo de crescimento da produção nas duas regiões fica claro quando analisarmos os dados do anuário estatístico do IBGE, podemos notar que a safra de soja do ano de 2016 é maior que a de 2000 nas regiões sul e centro oeste, crescendo 183% e 185% respectivamente em relação ao ano inicial. A principal causa desse surto produtivo é a entrada da China no comércio internacional da oleaginosa a partir do final dos anos 90. No ano 2000 a China importou cerca de 10,1 milhões de toneladas de soja, em 2016 esse volume já ultrapassou 83,2 milhões de toneladas segundo dados do PSD Online do USDA. Atualmente a China é o maior parceiro comercial do Brasil, uma vez que o comércio exterior com os chineses é o que movimenta maior volume financeiro no país, segundo dados do ministério de desenvolvimento, indústria e comércio exterior, MDIC.

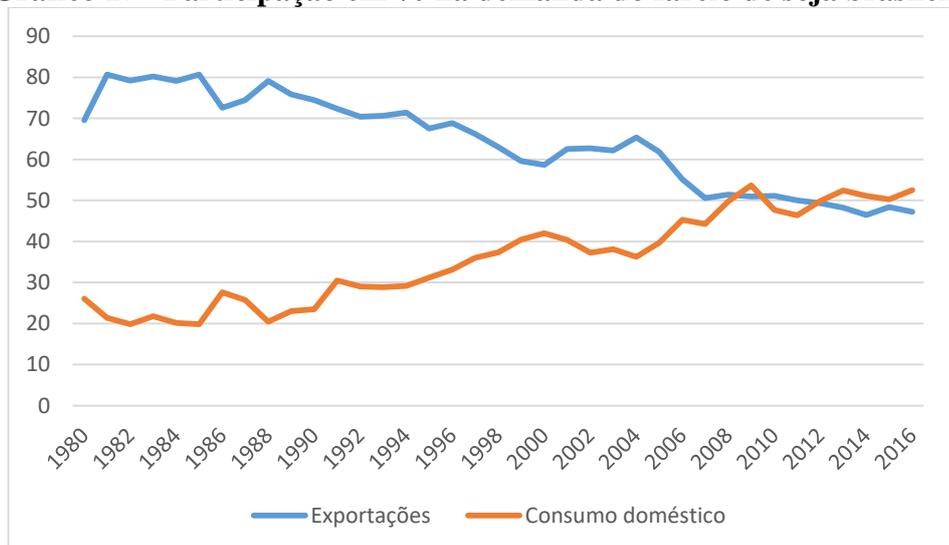
O mercado chinês é vital para a soja brasileira, e grande responsável por ter alçado o complexo soja ao posto de principal produto da pauta de exportação brasileira na atualidade. A China tem como característica ser demandante do grão de soja em seu estado natural, isso devido ao fato de possuir um imenso tecido industrial de processamento em seu território, que tendo esta opção, acaba por exercê-la (HIRAKURI,2014). Dessa forma, a partir da explosão na demanda da China pela soja mundial, acontece uma mudança na participação relativa nas exportações brasileiras dentro do complexo soja, os produtos manufaturados, sobretudo o farelo que ao longo dos anos 80 e 90 representava o principal produto exportado, perdem importância relativa frente ao grão que se torna o carro chefe da expansão mundial da oleaginosa brasileira, sendo que a quantidade de soja em grão exportada pelo Brasil salta de 11,7 milhões em 2000 para 64,1 milhões em 2016 (USDA).

Em 2013, pela primeira vez na história a quantidade do grão de soja exportada ultrapassa o consumo doméstico, processamento na indústria ou uso direto como alimentação animal. Essa situação inicialmente não seria a ideal para o país, devido a perda da possibilidade de adição de valor agregado dentro do território nacional antes do escoamento além das fronteiras, obtendo ganhos ainda maiores. No entanto, o impressionante vigor da demanda chinesa é inquestionável, e a alteração na dinâmica do comércio externo do complexo soja, evidenciada no gráfico 16, certamente é um sucesso dado o aumento no volume físico e financeiro que ela propiciou no período.

Gráfico 16 - Participação na receita das exportações do complexo soja em %

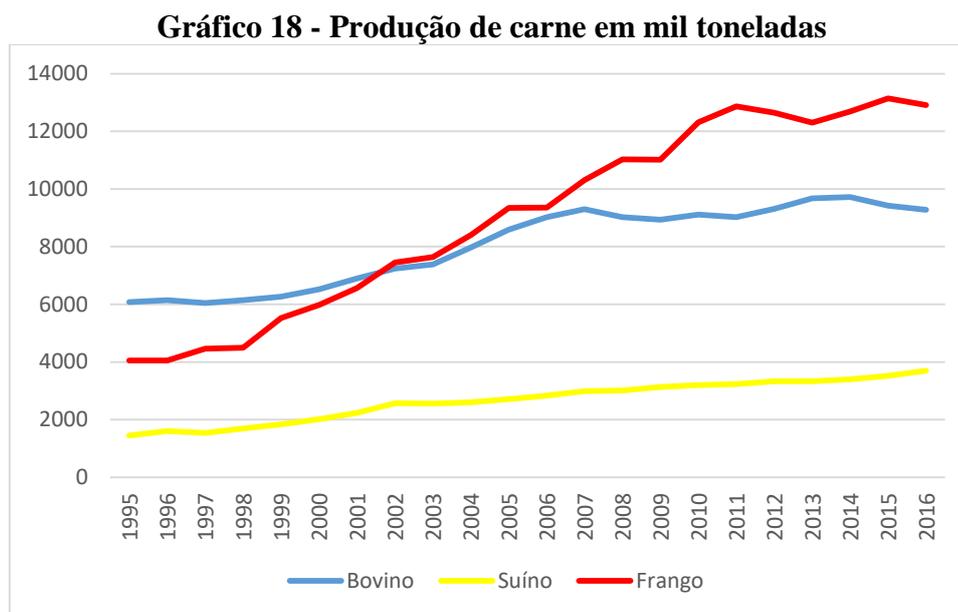
Fonte: FAO/ONU

Deve ser ressaltado que a quantidade exportada do farelo de soja também registrou aumento considerável no período citado, apresentando taxa de crescimento superior a 3% ao ano entre 2000 e 2015, segundo dados do USDA. O gráfico 16 apenas reflete o resultado de um crescimento mais elevado na quantidade exportada de soja *in natura* que acaba refletindo na geração de divisas, deslocando a participação relativa dentro do complexo para o grão. Outro grande destaque, é a evolução da fatia do farelo de soja consumida no mercado doméstico, que cresceu a uma taxa superior às exportações, revertendo um panorama histórico de que a maior parte do farelo produzido no Brasil era destinado à exportação.

Gráfico 17 - Participação em % na demanda do farelo de soja brasileiro

Fonte: USDA

A elevada taxa de crescimento do consumo interno de farelo de soja reflete a prosperidade do mercado de carnes no novo milênio. A exportação de carne de frango quase quintuplicou no período compreendido entre 2000 e 2016, sendo que o majoritário consumo doméstico aumentou mais de 76% alcançando níveis sem precedentes no país. Os mercados de bovinos e suínos também apresentaram excelente desempenho, com um crescimento na produção de 42,4% e 65,9% respectivamente, neste mesmo período.



Fonte: USDA

Em relação as exportações de óleo de soja, é importante ressaltar sua menor importância frente ao farelo, isso devido à intensa concorrência existente no setor de óleos vegetais. Atualmente o óleo de palma é o mais consumido no mundo, que possui como grande vantagem um baixo custo de extração (FERREIRA et al. MOTA, BALESTRO, ARAÚJO, LORENZON). Dessa forma, o consumo de óleo de soja segue sendo majoritariamente doméstico na maioria dos países produtores, sendo que seu uso industrial foi amplamente difundindo como insumo na fabricação de uma ampla gama de produtos como margarina, biscoitos, sorvetes, achocolatados, pães, macarrão, maionese, tintas, vernizes, cosméticos, detergentes, xampus, sabonetes, indústria farmacêutica entre outros. Atualmente vem sendo difundido o seu uso na produção de biodiesel, sendo que em 2016 o óleo de soja foi matéria prima de 77% do biodiesel produzido no Brasil segundo dados da Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais.

1.3 Panorama atual do mercado mundial da soja

O comércio mundial de soja se encontra altamente concentrado atualmente. Seguindo o calendário agrícola da soja nos EUA, onde a campanha de comercialização para a soja inicia se oficialmente em setembro e termina em agosto do ano civil seguinte. Durante a campanha 2015/2016, Estados Unidos, Brasil e Argentina, respectivamente os maiores ofertantes, foram responsáveis por aproximadamente 82,93% da produção mundial de soja segundo dados do USDA.

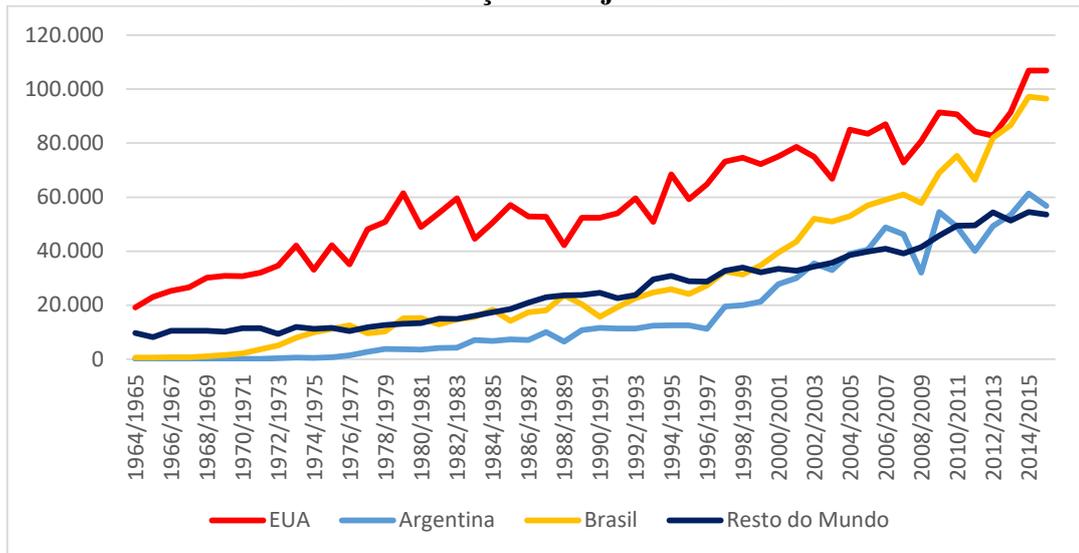
Gráfico 19 - Participação relativa (%) na produção mundial de soja em 2015/2016



Fonte: USDA

A participação de Estados Unidos, Brasil e Argentina na produção mundial foi de aproximadamente 34%, 31% e 18%, respectivamente. A soma dos outros países corresponde a uma parcela 17% da produção mundial.

Pela evolução histórica exibida no gráfico 20 podemos notar que os Estados Unidos possuem tradicionalmente a liderança mundial na produção de soja. Essa posição fica evidenciada ao notarmos que até a campanha de 1987/1988 a produção norte americana era superior ao somatório das produções de todos os outros países do mundo e apenas a partir dos anos 90 com a expansão da produção em Brasil e Argentina esse quadro se reverte.

Gráfico 20 - Produção de soja em mil toneladas

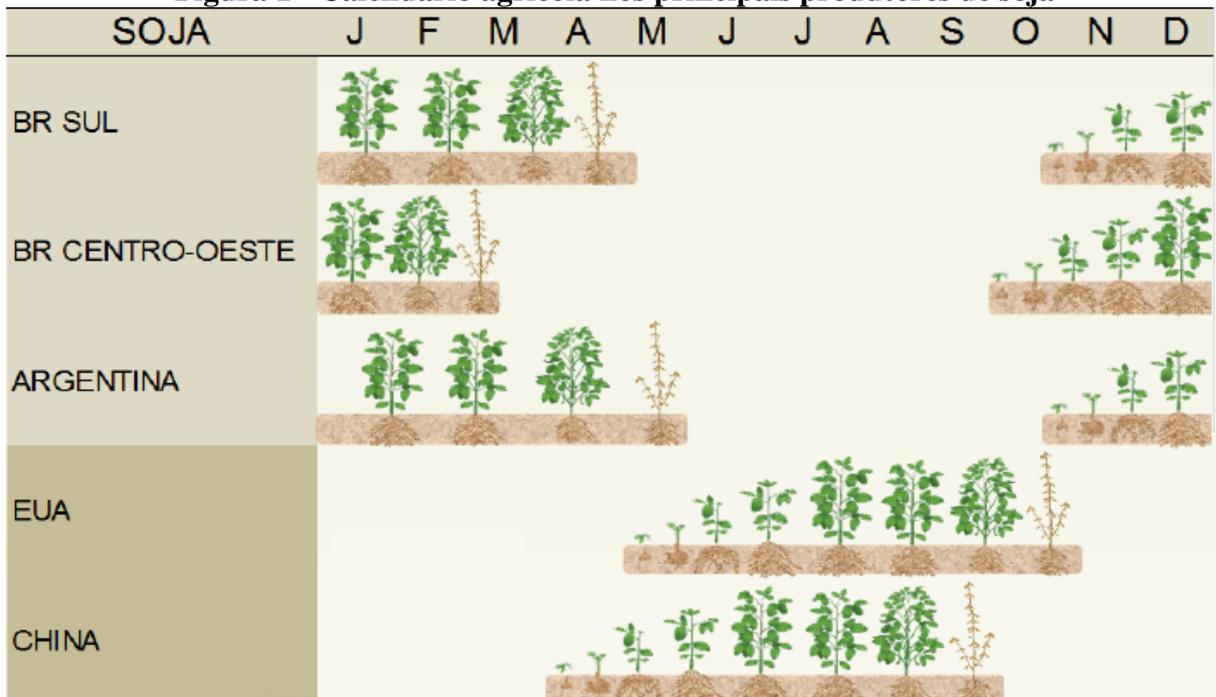
Fonte: USDA

A produção na Argentina cresce rapidamente em altos níveis produzidos desde a safra de 1996/1997 beneficiada por políticas econômicas tomadas nos anos 90 durante os governos de Carlos Menem e Fernando de la Rúa que permitiram controle privado da estrutura de transporte, armazenagem e comercialização dos grãos. Além do mais, a partir da safra 1996/1997, houve ganho técnico propiciando aumento de produtividade, que se encontrava estagnada desde 1980, no setor (BANDER, 2011).

O calendário agrícola mundial é um fator importante para compreender a oferta, o fato da safra brasileira acontecer na entressafra norte americana, conforme figura 1, que possui escala semelhante a do Brasil e disputa a posição de maior produtor mundial de soja, atua como fator de equilíbrio no mercado internacional da oleaginosa.

A Argentina, que possui calendário agrícola semelhante ao do sul do Brasil, apesar da grande produção, não se configura como um grande exportador da soja in natura, uma vez que suas exportações do complexo soja estão pautadas nos produtos derivados, farelo e óleo, consumindo em seu tecido industrial a maior parte da soja produzida no país. Dessa forma, Estados Unidos e Brasil foram responsáveis por 80,96% do volume mundial de soja em grão exportada na campanha 2015/2016.

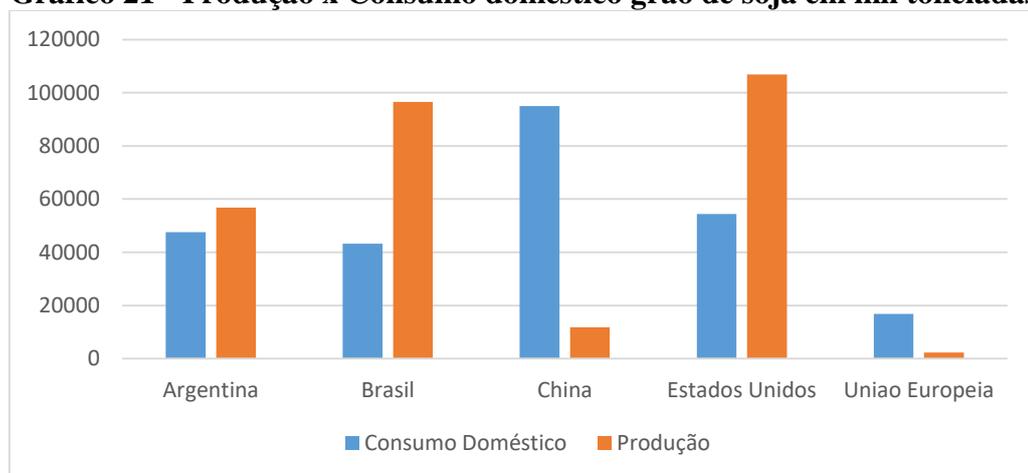
Figura 1 - Calendário agrícola nos principais produtores de soja



Fonte: IMEA

Pelo lado da demanda, a China é certamente o grande importador mundial do grão de soja, sendo que naquele mesmo momento foi o destino de 62,42% do volume mundial importado. Apesar do país ser o quarto maior produção de soja no mundo, 11,75 milhões de toneladas na safra 2015/2016, o consumo doméstico é imensamente superior a produção, fazendo da China um importador líquido conforme gráfico 21.

Gráfico 21 - Produção x Consumo doméstico grão de soja em mil toneladas



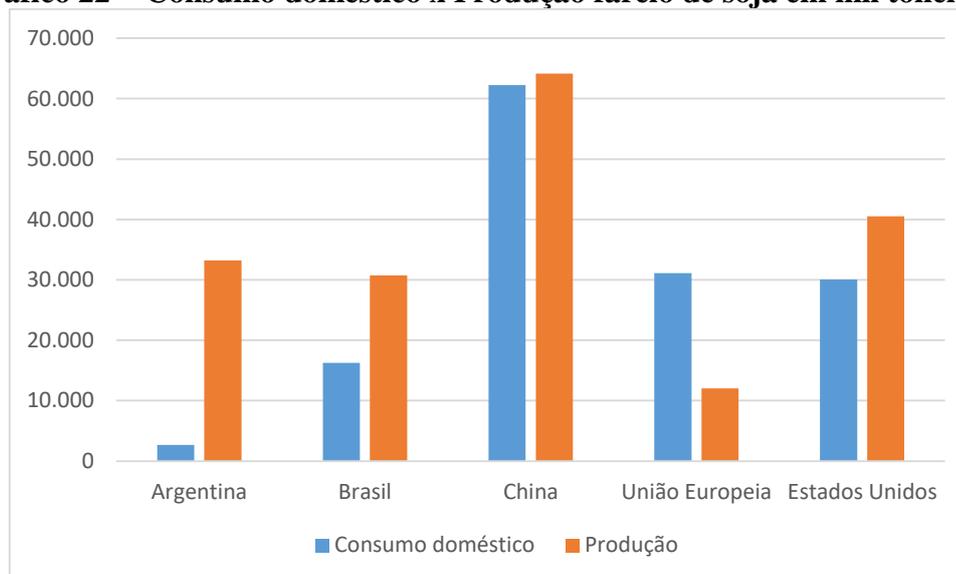
Fonte: USDA

O consumo doméstico engloba o montante de soja esmagada na indústria, além do uso como alimentação humana e animal no estado in natura. Somente na campanha 2015/2016 a

China esmagou 81 milhões de toneladas de soja em seu tecido industrial, para efeito de comparação o segundo país nesse quesito é os Estados Unidos com processamento 51,3 milhões de toneladas nesse mesmo período. A condição de dependência externa da China em relação a oleaginosa, evidenciada no gráfico 21, é determinante para compreender a forte expansão na produção de soja nos principais ofertantes no período recente, conforme visto no gráfico 20, e a anteriormente evidenciada mudança estrutural no mercado do complexo soja, gráfico 16.

Outro grande ator pela ótica da demanda é a União Europeia. O bloco também é um robusto importador líquido da soja em grão, sobretudo para abastecer sua indústria processadora. Na safra 2015/2016 importou 15,119 milhões toneladas de soja, sendo que 15,2 milhões de toneladas foram processadas em seus países membros. No entanto, os europeus se diferenciam da China devido ao fato de serem um grande importador do farelo de soja. A dependência externa da união europeia em relação ao farelo de soja pode ser verificada através do gráfico 22.

Gráfico 22 - Consumo doméstico x Produção farelo de soja em mil toneladas



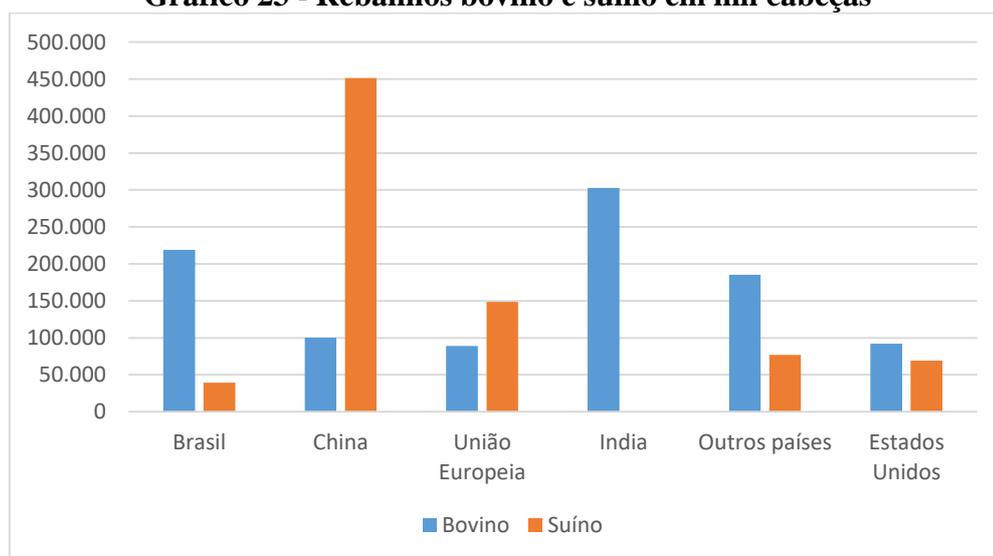
Fonte: USDA

A União Europeia, um dos maiores consumidores do farelo de soja no mundo, produz menos de 40% do que consome. A utilização quase totalitária do farelo é na forte atividade pecuária do bloco. Países asiáticos também se configuram como importadores, em menor escala em relação a UE, com destaque para Vietnã, Indonésia, Tailândia e Filipinas que juntos importaram aproximadamente 14,3 milhões de toneladas na campanha 2015/2016, para efeito de comparação a União Europeia importou 19,2 milhões de toneladas no mesmo período.

O mercado mundial de farelo de soja tem como grande exportador a Argentina, responsável por 48,5% do volume exportado no mundo no ano de 2016, em seguida vem Brasil e Estados Unidos com participação de 22,5% e 16,5% respectivamente. A China, maior produtor mundial do farelo, não se configura como grande exportador, devido ao seu enorme consumo doméstico. Estados Unidos e Brasil também possuem um alto nível de produção e consumo doméstico, mas possuem um significativo excedente exportável. A liderança da Argentina na oferta do farelo de soja no mercado mundial é explicada pelo baixo consumo doméstico naquele país, sendo sua produção basicamente para atender ao mercado externo.

A intensa ligação entre o mercado de soja e a atividade pecuária fica evidenciada ao verificarmos que os grandes atores no mercado da oleaginosa, estão entre os países com maiores rebanhos bovino e suíno, além de maior produção de carne de frango.

Gráfico 23 - Rebanhos bovino e suíno em mil cabeças



Fonte: USDA

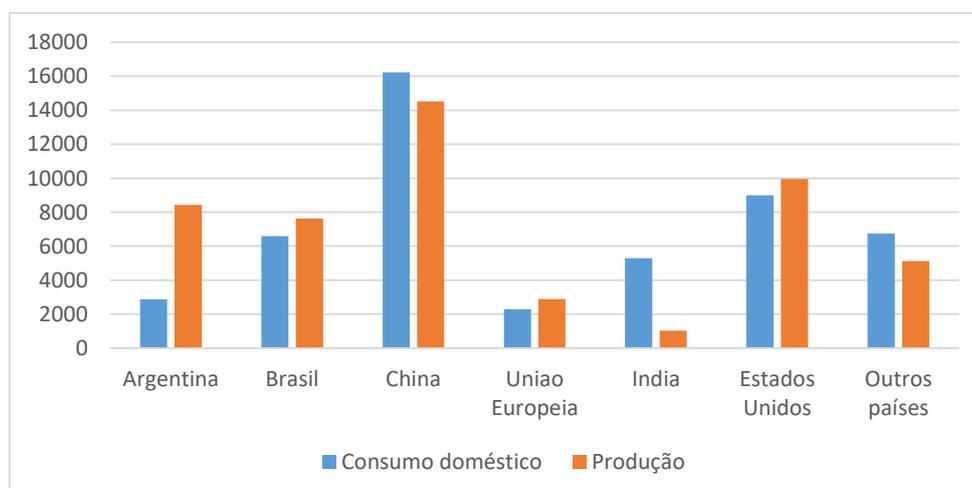
A Índia possui o maior rebanho bovino do planeta, no entanto não se configura como um ator ativo no mercado de soja, uma vez que sua produção de grão e farelo são aproximadamente seu consumo doméstico. A cultura local faz com que o abate da maioria dos animais da família dos bovinos seja dificultado. Com essa peculiaridade, o país possuía em 2016 um rebanho de vacas leiteiras superior a soma do resto do mundo e dividia com a União Europeia a liderança na produção mundial de leite. No entanto, a tradição hinduísta que impede o abate dos bovinos, não se aplica ao búfalo que é um membro da família dos bovinos e participa

da contagem do rebanho segundo a metodologia do USDA. Nesse panorama a Índia não abate vacas e bezerros e sua produção de carne vermelha é pautada na carne de búfalos².

Os outros países que aparecerem entre os maiores rebanhos bovinos e suínos do mundo, são os principais atores no mercado de soja. Em relação ao rebanho de aves, o USDA não disponibiliza o efetivo, mas a produção de carne de frango por país é um ótimo indicador para essa análise. Os dados mostram que em 2016 a produção de carne de frangos é liderada por Estados Unidos, Brasil, China, União Europeia e Índia, respectivamente. A Argentina possui menor escala na atividade pecuária em relação aos principais países, fato que não é uma surpresa, dada sua menor necessidade doméstica da oleaginosa e a predominante função exportadora de sua produção.

A configuração atual do mercado mundial de óleo de soja é bem parecida a do farelo pela ótica da oferta, a Argentina lidera sendo responsável por 49,18% das exportações mundiais na safra 2015/2016, seguida por Brasil e Estados Unidos que juntos representaram 20,65%. O comportamento em relação a produção também é o mesmo, isto é, apesar dos Estados Unidos possuir uma produção superior a Argentina, e o Brasil apresentar nível semelhante de produção ao país vizinho, norte americanos e brasileiros tem suas produções fortemente direcionadas ao mercado doméstico, mesma situação da China, enquanto os argentinos destinam maior parte do óleo produzido ao comércio exterior. A Índia é o grande importador líquido, consumindo 36% do volume mundial importado, os demais países consomem parcelas pequenas sem nenhum outro consumidor de grande magnitude.

Gráfico 24 - Consumo x Produção de óleo de soja em mil toneladas

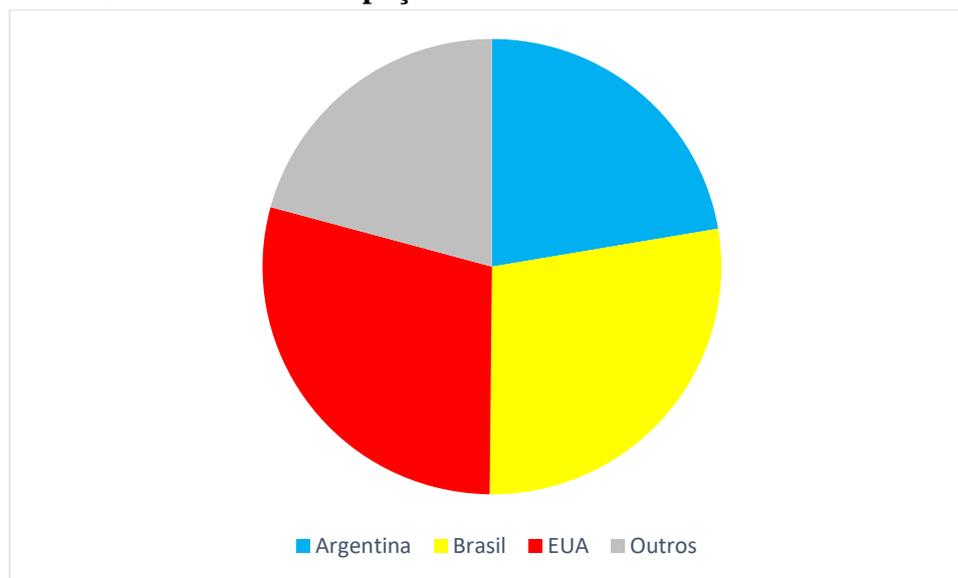


Fonte: USDA

² Ver <https://oglobo.globo.com/economia/negocios/a-vaca-sagrada-na-india-mas-pais-o-maior-exportador-de-carne-vermelha-17103904>

É importante ressaltar que apesar da Argentina liderar o mercado dos principais produtos manufaturados derivados da oleaginosa, que possuem maior valor agregado em relação ao grão de soja, Estados Unidos e Brasil movimentaram valores maiores no mercado mundial do complexo soja entre 2000 e 2013, conforme gráfico 25.

Gráfico 25 - Participação no volume financeiro 2000/2013



Fonte: ONU

Esse fato é possível devido à grande discrepância entre as possibilidades de mercado dos produtos do complexo soja. Enquanto o grão de soja é transacionado em enorme escala, o óleo de soja ainda é um produto comercializado em pequena escala, sendo que apesar da indiscutível importância do farelo no comércio mundial, os grandes exportadores do grão, que também possuem uma significativa exportação de farelo, são os que mais captaram divisas internacionais através do complexo soja entre 2000 e 2013 conforme gráfico 25, a situação da China como grande demandante de soja em grão e produtor do farelo utilizado internamente é determinante para tal comportamento.

CAPÍTULO 2

A LOGÍSTICA DA EXPORTAÇÃO DE SOJA NO BRASIL

Apesar da evidenciada prosperidade no mercado da soja, com volumes cada vez maiores sendo exportados e processados, existem também sérias fragilidades estruturais que comprometem a competitividade internacional da oleaginosa brasileira. A alegada mudança espacial com a interiorização da produção de soja que aconteceu nos últimos 40 anos, não trouxe consigo apenas as destacadas vantagens naturais da região centro oeste, junto ao processo se tornou cada vez mais evidente a limitação da infraestrutura do país para realizar o escoamento eficiente de sua produção, aumentando assim o custo logístico e diminuindo a rentabilidade da atividade (HIJAR, 2004).

Segundo Caixeta (2006),

A logística do agronegócio relaciona-se ao planejamento e operação dos sistemas físicos, informacionais e gerenciais necessários para que insumos e produtos se movimentem de forma integrada no espaço - através do transporte - e no tempo - através do armazenamento - no momento certo, para o lugar certo, em condições adequadas e que se gaste o menos possível com isso.

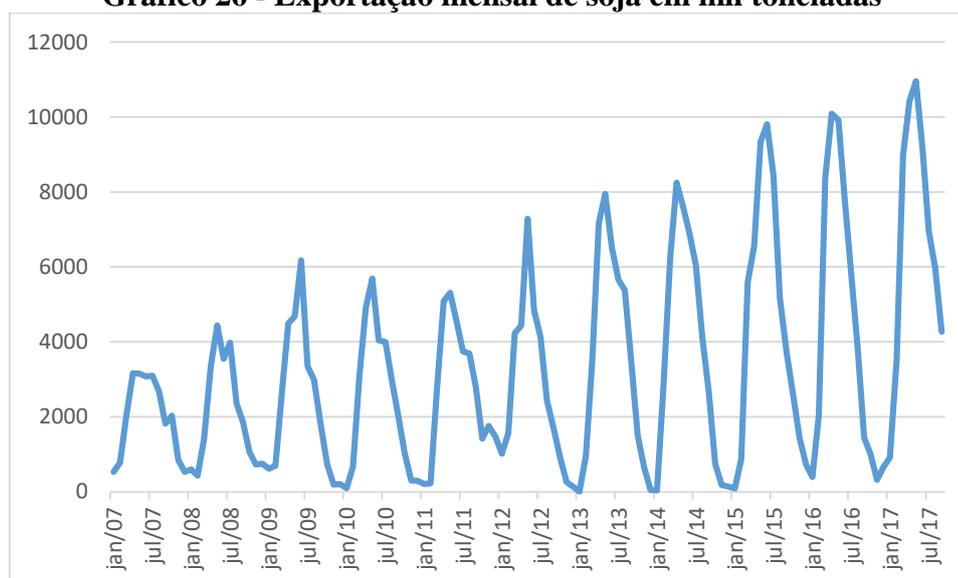
Segundo Costa (2007 apud KUSSANO; BATALHA, 2012, p. 3) o custo logístico é definido como a soma do custo de armazenagem e movimentação de materiais (custo de transporte incluindo todos os modais e as operações de transbordo intermodal), custo da administração, custo de embalagem para a movimentação, custo tributário, custos de inventário. No entanto existe certa dificuldade para a definição de uma fórmula de custo logístico que seja universal, sendo mais indicado analisa-lo pela ótica das especificidades do produto.

Nesse caso, a soja, como a maioria das commodities agrícolas, possui um baixo valor agregado, além disso, a oleaginosa é o produto com maior volume exportado pelo Brasil nos últimos anos. Somente na safra 2015/2016 mais de 54 milhões de toneladas saíram do país, segundo dados do MDIC. O volume e o valor agregado de um produto são características determinantes para a adequação de uma logística eficiente. Produtos que possuem baixo valor agregado e são transacionados em grandes volumes, demandam um sistema logístico de alta capacidade e com baixo custo unitário, mesmo que esse sistema incorra em um maior prazo de entrega (FLEURY, 2005).

Outras propriedades da oleaginosa são importantes para compreender quais são as necessidades para se lograr a otimização de custos logísticos, a soja é uma lavoura temporária,

marcada por forte sazonalidade. A safra brasileira acontece na entressafra norte americana, ou seja, a colheita no Brasil é feita no primeiro semestre do ano, enquanto nos Estados Unidos a colheita é realizada no segundo semestre. Dada essa característica natural, o escoamento de soja brasileira deve ser preferencialmente realizado no primeiro semestre, antes da safra norte americana. O armazenamento da soja com finalidade de diluir o escoamento ao longo do ano, não é recomendável pelo comportamento da oferta no segundo semestre. Esse fator acaba pressionando ainda mais a frágil infraestrutura brasileira, onerando o custo logístico (HIJAR, 2004). O gráfico 26 ilustra a sazonalidade do escoamento de soja em grão para o mercado internacional. O padrão sazonal da exportação da soja é bem definido, o pico acontece durante os meses abril, maio e junho, sendo que os meses de novembro, dezembro e janeiro representam os vales ao longo da trajetória.

Gráfico 26 - Exportação mensal de soja em mil toneladas



Fonte: Alice Web

Segundo o IMEA (2015), a Bolsa de Mercadorias de Chicago (CBOT) representa atualmente o padrão global de preços para a soja, a existência de uma alta concentração de vendedores e compradores dos principais países faz com que os preços mundiais sejam balizados pela cotação praticada em Chicago. Atuando em um cenário como tomadora de preços no mercado externo, as empresas que atuam no mercado da soja no Brasil necessitam da manutenção de baixos custos para ganhar competitividade e não ter reduzido seu valor recebido (HIJAR, 2004). Um estudo realizado pela CNT (2015) afirma que no mercado interno, o complexo soja brasileiro atua como formador de preços, e o efeito do alto custo logístico é repassado aos compradores.

Conhecer as regiões produtoras dos principais países ofertantes da soja é muito importante para nossa análise, uma vez que a distância percorrida até o destino final é um ponto chave, dadas as características anteriormente citadas, como baixo valor agregado e alto volume, a distância a ser vencida para o escoamento pode afetar fortemente a lucratividade da atividade, caso a opção pelo sistema logístico seja equivocada.

Segundo Salin (2014) as fazendas brasileiras são mais eficientes quanto aos custos internos quando comparada as norte americanas, no entanto, a debilidade da infraestrutura brasileira, oneram os custos fora da fazenda de forma que o produto ao chegar em seu destino possua um custo final mais elevado em relação a soja produzida nos Estados Unidos.

Apesar dessa diferença de custo logístico, veremos a seguir, que a soja precisa percorrer longas distâncias até os portos de exportação, tanto no Brasil, quanto nos Estados Unidos, fazendo com que o custo de transporte seja um elemento decisivo nesse mercado. Nessa fase, em que rotineiramente, recordes de volumes de soja exportado são alcançados anualmente, várias fragilidades de nossa infraestrutura ficam evidenciadas entre elas podemos destacar:

- A) As condições precárias das rodovias.
- B) A baixa capilaridade do sistema ferroviário.
- C) O excesso de burocracia e baixa capacidade nos portos que tem como consequência a formação de longas filas de espera de caminhões para descarga da mercadoria e de navios para atracar sendo essa situação frequentemente responsável pelo não cumprimento do prazo de entrega, acarretando em multas que ainda oneram mais o custo (FREUDY, 2006).

Os modais de transporte mais adequados às propriedades anteriormente citadas, são o hidroviário e ferroviário. A função do modal rodoviário nesse caso seria atuar nas pontas, isso significa levar os grãos até o terminal de um modal mais eficiente, hidrovia ou ferrovia, mais próximo. No entanto, o Brasil, apesar de ser um país de dimensões continentais, é caracterizado pela esmagadora predominância das rodovias frente aos outros modais, esse panorama vem se caracterizando desde a segunda metade do século XX e se configura como uma peculiaridade do Brasil frente a outros países com as mesmas dimensões territoriais, como China, Rússia e Austrália (HIJJAR, 2004). Além disso, ao compararmos a densidade da infraestrutura existente no Brasil aos principais concorrentes no mercado internacional da oleaginosa, a diferença fica evidenciada, como podemos ver na tabela 1.

**Tabela 1 - Densidade da infraestrutura em 2015
(km de infraestrutura por 1000 km² de área)**

País	Rodovias	Ferrovias	Hidrovias
Argentina	25	13,3	4
Brasil	25	3,4	2,6
Estados Unidos	438,1	22,9	4,2

Fonte: CNT, CIA, IBGE e DNIT*

O caso da Argentina, terceiro maior produtor da soja, possui uma particularidade importante, pois a sua região produtora se localiza relativamente próxima à costa litorânea. Nesse contexto, a distância média até os portos é de 250 a 300 km, diminuindo a importância relativa da eficiência do transporte frente aos outros concorrentes (IMEA, 2015). Além do mais, deve se lembrar que o território da Argentina é relativamente menor que o dos outros produtores da oleaginosa, cerca de três vezes menor que Brasil ou Estados Unidos. Sendo assim quando analisamos a matriz de transporte da soja na tabela 2, podemos notar que apesar do escoamento da soja argentina ser realizado predominantemente pelo modal rodoviário, a curta distância ser vencida até o destino final, faz com que a opção por rodovias seja mais viável.

Tabela 2 - Participação em % do modal de transporte na movimentação de soja em grão

Modalidade	Argentina	Brasil*		Estados Unidos	
		Doméstico	Exportação	Doméstico	Exportação
Rodoviário	84,0	100	47,5656	83,0	29,0
Ferroviário	13,0	0	42,1348	14,0	29,0
Hidroviário	3,0	0	10,2996	3,0	42,0
Distância média ao porto (km)	+/- 300		+/- 1000		+/- 1000

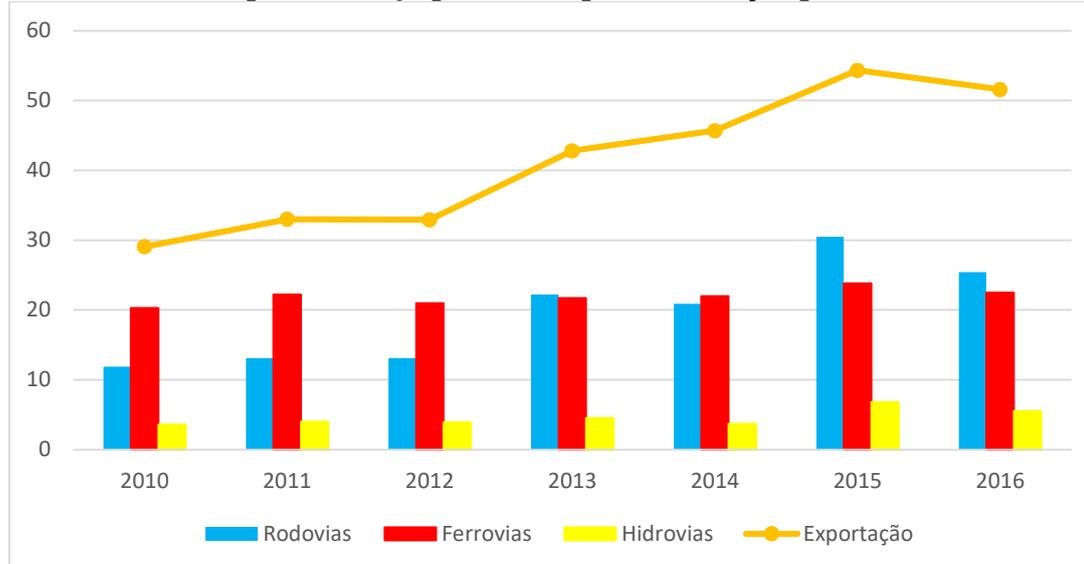
*Dados do Brasil se referem a 2016, os demais se referem a 2013.

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados da ANTT, CNT, USDA

A movimentação da soja, após a colheita nas lavouras até os portos no Brasil e nos Estados Unidos é feita a longas distâncias, nesse momento a diferença de eficiência em custo de transporte entre os dois países começa a ser evidenciada, segundo dados do USDA, analisando entre 2009 e 2013 os Estados Unidos transportaram para exportação 37% do volume total em ferrovias, 49% em hidrovias e apenas 14% em rodovias. Enquanto isso, em relação ao volume total exportado pelo Brasil, segundo a ANTT, entre 2013 e 2016, 47,05% foram

transportados por rodovias, 43,28% por ferrovias e 9,67% por hidrovias. É importante destacar a recente trajetória de aumento da participação das rodovias no caso do transporte de soja para exportação nos portos do Brasil, conforme gráfico 27. Em 2010 as rodovias transportaram cerca de 33,2% de soja para os portos, as ferrovias 56,7% e as hidrovias 10,1%, em 2016 o panorama era diferente, as rodovias participaram com 47,6%, as ferrovias com 42,1% e as hidrovias 10,3%.

Gráfico 27 - Transporte de soja por modal para instalação portuária em toneladas



Fonte: Elaborado pelo autor a partir de dados do MTPA, MDIC

O aumento do volume transportado pelas rodovias com destino aos portos, coincide com o grande aumento no volume total exportado, crescimento das exportações superior a 77% quando comparamos o ano de 2016 com 2010, enquanto o volume transportado por rodovias dobrou no período. As ferrovias se mantiveram relativamente estagnadas, transportando volumes semelhantes ao longo da série. Pode se notar também, o aumento no volume transportado por hidrovias, mesmo que esse seja o modal menos utilizado.

A participação majoritária de hidrovias e ferrovias é preferível dada a longa distância a ser percorrida e as características da carga. Um caminhão possui uma capacidade 150 vezes menor do que um comboio ferroviário e 600 vezes menor em relação a um comboio de barças, se configurando como um ganho de produtividade. (HIJJAR, 2004). Ademais, a eficiência energética das ferrovias e hidrovias são superiores ao transporte rodoviário, considerando a mesma distância e carga, um transporte ferroviário operando eficientemente consome quatro vezes menos combustível em relação ao rodoviário, já um conjunto de barças consome metade em relação a um comboio ferroviário (COSTA, 2008). Podemos destacar ainda, o menor

número de acidentes nos transportes ferroviário e hidroviário em relação às rodovias, como outra vantagem considerável (HIJJAR,2004). Essa diferença na utilização dos modais faz com que o custo de transporte nos Estados Unidos seja sensivelmente inferior ao do Brasil, dando maior rentabilidade a produção norte americana, principalmente quando comparada a principal região produtora brasileira, o Centro Oeste.

Outro fator que onera o transporte por rodovias para os portos e o próprio transporte para consumo doméstico é o péssimo estado de conservação das rodovias brasileiras. Em relação ao consumo interno, após a colheita, a soja é transportada para armazéns ou indústria processadora majoritariamente por caminhões. No caso do Brasil, o movimento até a indústria processadora é realizado integralmente por caminhões. Esse transporte geralmente possui menor distância a ser percorrida, inferior a 200 km, e o modal rodoviário possui a flexibilidade como uma de suas vantagens, tendo a possibilidade de buscar a carga diretamente na fazenda, portanto toda a movimentação de soja passa inicialmente pelo modal rodoviário, podendo ser transferida a outro modal mais eficiente ou ser transportada diretamente ao local destino final, armazéns, indústria ou portos (MTPA, 2016).

A situação precária das rodovias brasileiras, oneram o custo do transporte rodoviário brasileiro em relação ao americano, isso devido ao fato da escassez de estradas pavimentadas no Brasil, o mau estado de conservação das existentes e a baixa capacidade, sobretudo na zona rural e em regiões produtoras, como o centro oeste. Durante a época da safra, as estradas ficam congestionadas, principalmente nas rotas para os principais portos (COSTA, 2008). Quanto ao custo fixo, devido às más condições das estradas, um caminhão tem sua velocidade média reduzida em 30 km/h, de 50 para 20 km/h, quando comparado a uma estrada em boas condições, permitindo a realização de menos viagens, tendo um impacto de 18% sobre o custo total. Em relação aos custos variáveis, as condições das estradas aumentam o consumo de combustível, pneus e lubrificantes e manutenção em geral, onerando o custo total em 8% (CASTRO, 2017).

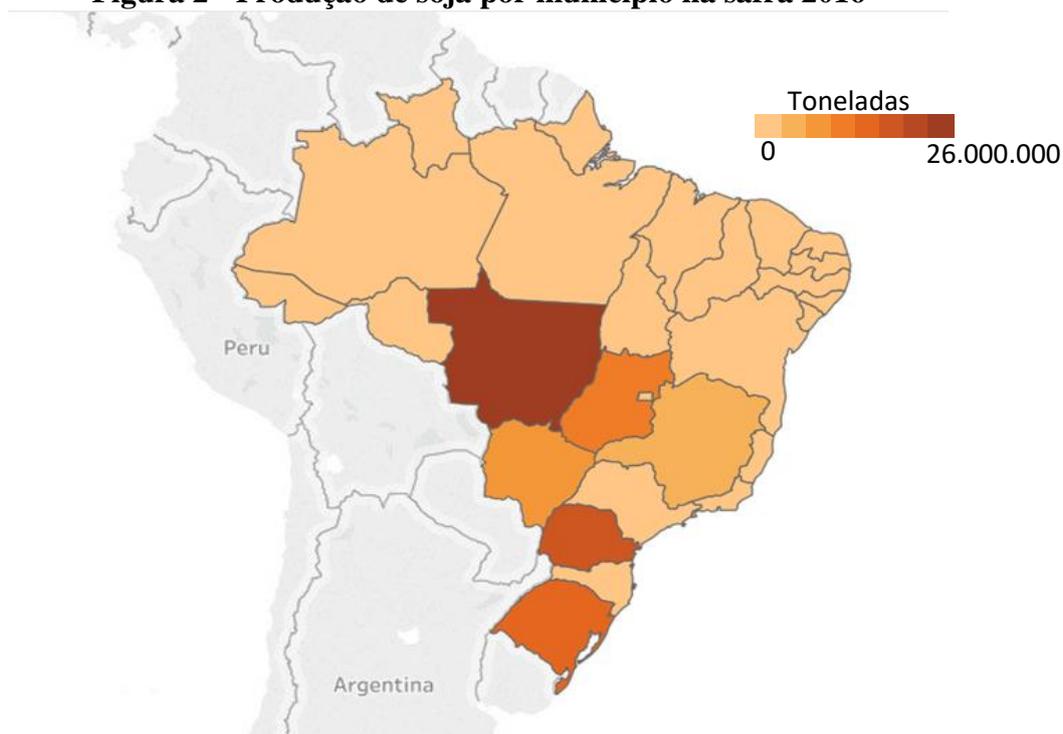
Para piorar, a situação nos portos também é complicada, a complexa regulamentação existente nos procedimentos burocráticos se configura como um entrave ao escoamento, concomitante a uma estrutura portuária obsoleta e de reduzida capacidade de movimentação faz com que se formem filas de caminhões, navios e trens, onerando os custos (FLEURY, 2005). No primeiro semestre, durante a safra de 2004, navios chegaram a aguardar 60 dias para atracar e as filas de caminhões para desembarcar a mercadoria chegou a 120 km (HIJJAR,2004). A situação se torna ainda mais complexa à medida que existe uma concentração do escoamento em alguns portos das regiões sul e sudeste, mesmo para grãos oriundos de regiões como o centro oeste, que por sua geografia poderia escoar sua produção pelos portos do norte, mas devido a

inexistência de infraestrutura adequada para movimentar a carga até aqueles portos, e até mesmo pela baixa capacidade estrutural destes, acabando enviando a maior parte de sua produção para os portos do sudeste e sul (CORREA; RAMOS; 2010).

No que se refere a estocagem do produto, a função dos armazéns é garantir a qualidade, principalmente em relação ao controle da umidade, reduzir perdas e estocar a produção excedente. Ao contrário dos Estados Unidos onde existe a predominância de armazéns particulares dentro das propriedades rurais facilitando o maior controle sobre o fluxo e qualidade por parte dos produtores, no Brasil esse tipo de estrutura corresponde apenas a 13,5% do total dos armazéns e geralmente são concentrados apenas em grandes produtores. Esse panorama, deixa os pequenos e médios produtores com apenas duas opções: utilizam armazéns de terceiros, arcando com os custos, ou fazem o escoamento imediatamente após a colheita. Além do mais, atual capacidade estática é considerada insuficiente, nesse contexto exposto, podemos afirmar que a estrutura de armazenagem existente contribui com a concentração do escoamento no período da safra (PONTES et al. 2009) (CNT, 2015).

A partir desse ponto é importante evidenciar a distribuição geográfica da produção de soja nos principais países ofertantes, Brasil e Estados Unidos, para entender a dinâmica de escoamento em cada um deles para os principais centros consumidores e buscar compreender, como a disponibilidade de infraestrutura adequada às condições naturais são primordiais nesse tipo de mercado, afetando de forma determinante os custos de transporte, foco do estudo e principal item do custo logístico.

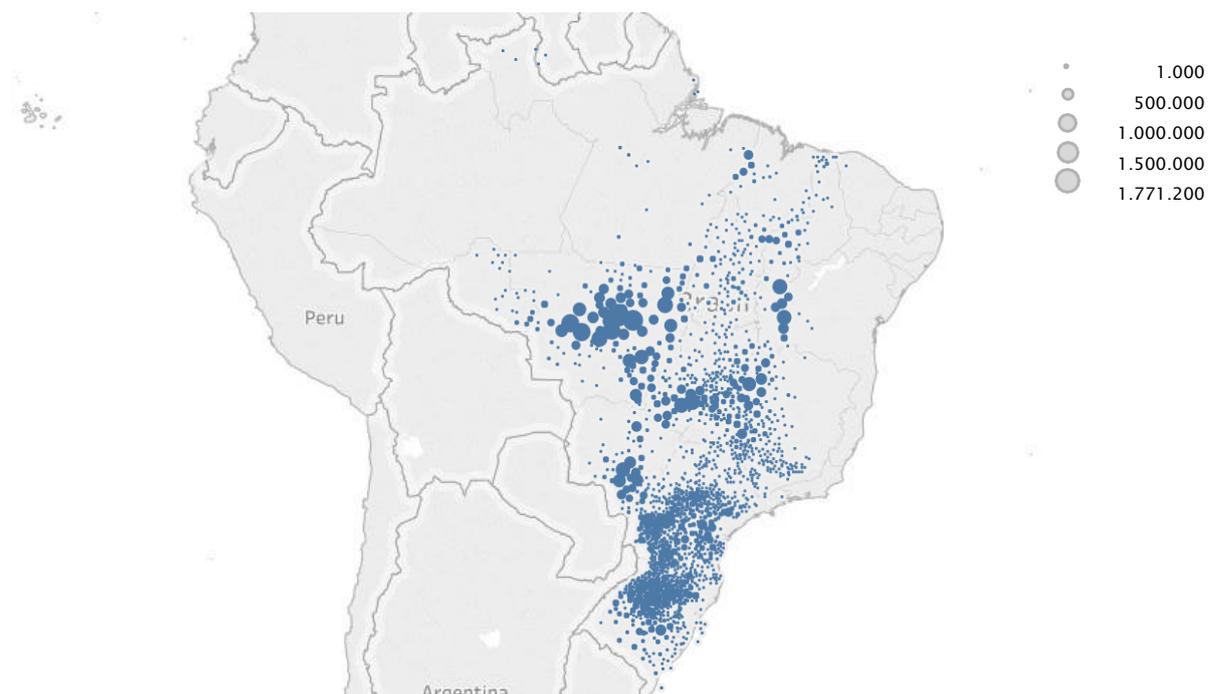
O Brasil produziu mais de 96 milhões toneladas de soja na campanha de comercialização 2015/2016, de modo que o consumo doméstico foi superior a 43 milhões de toneladas e as exportações ultrapassaram os 54 milhões, conforme consulta aos dados do sistema PSD Online disponibilizados no site do USDA. Os mapas das figuras 2 e 3 nos ajudam a compreender a distribuição geográfica da produção. O primeiro exhibe uma distribuição por unidade da federação e o segundo possui uma classificação mais detalhada, por município produtor.

Figura 2 - Produção de soja por município na safra 2016

Fonte: IBGE

Atualmente a região centro oeste é a principal produtora de soja no Brasil, sendo que ao longo do ano de 2016 a sua produção ultrapassou os 44 milhões de toneladas. O grande destaque é o estado do Mato Grosso, que naquele mesmo ano contribuiu com um volume superior a 26 milhões de toneladas, sendo a principal unidade federativa na produção da oleaginosa. A região sul, histórica produtora, também segue uma trajetória de produção ascendente nos últimos anos, com um montante superior a 35 milhões de toneladas em 2016. Os estados do Paraná e Rio Grande do Sul possuem parcelas aproximadamente semelhantes dentro desse total, com leve vantagem para os paranaenses. O estado de Santa Catarina possui uma produção em menor escala, representando apenas cerca de 6% da produção total. A nova região de expansão, conhecida por Matopiba, registrou em 2016 uma produção inferior ao Mato Grosso do Sul, o motivo foi uma quebra da safra devido a problemas climáticos na região (TAVARES, 2016).

Figura 3 - Produção de soja por município na safra 2016



Fonte: IBGE

O mapa da figura 3 exibe com maior precisão a densidade de produção da soja no Brasil, uma vez que está desagregado ao nível municipal. Imediatamente percebe-se algumas características interessantes, como alguns municípios produtores em larga escala no oeste da Bahia que concentram totalmente a produção neste estado. A produção de Minas Gerais está majoritariamente concentrada em cidades da região do triângulo mineiro. Além da já evidenciada produção nas regiões centro oeste e sul. Na primeira, até pela recorrente baixa densidade populacional, existe um menor número de municípios, sendo os produtores com uma grande escala de produção. Enquanto no sul, com uma história de urbanização mais antiga, temos um grande número de municípios, sendo os produtores com escala inferior de produção quando comparados aos do Mato Grosso ou até mesmo alguns no oeste da Bahia.

Para se analisar o escoamento da produção brasileira, faz-se necessário analisar separadamente cada região produtora, devido às suas particularidades no que tange a distância do centro consumidor, infraestrutura disponível, calendário agrícola e utilização das rotas.

2.1 Logística de transporte da soja no centro oeste

A região centro oeste, dentre as produtoras de soja, é a que mais sofre impactos negativos em relação à ineficiência da infraestrutura disponível, entre os principais problemas estão: a baixa oferta da malha para atender as regiões produtoras, a péssima manutenção da

malha existente; a opção pelo modal rodoviário, não indicado dado o volume movimentado pela região e a sua distância até os portos e principais centros consumidores no país; o baixo uso da intermodalidade; a baixa disponibilidade de armazéns nas propriedades rurais (TAVARES, 2016).

Entre os estados da região, o Mato Grosso é o que apresentou mais deficiências em sua malha rodoviária, segundo a “Pesquisa CNT de Rodovias” (2016) que avalia as condições de estradas pelo país. O custo operacional do transporte no estado é em média 29,5% mais alto, enquanto a média na região é 25,3%, quando comparados a uma rodovia em ótima situação. Essa mesma pesquisa afirma que 61,9% das rodovias analisadas no estado foram classificadas como ruins ou péssimas. A situação se agrava ao notarmos que a referida pesquisa abrange apenas rodovias federais e estaduais pavimentadas. No entanto, o Brasil todo é caracterizado pela baixa participação das rodovias pavimentadas e o centro oeste não é diferente. Em 2015, segundo dados do Sistema Nacional de Viação (SNV), apenas 16% das rodovias existentes no centro oeste estavam pavimentadas, sendo nesse universo que atua a análise da “Pesquisa CNT de Rodovias”. A região centro oeste possui uma das mais baixas densidades rodoviária do país, ficando a frente apenas da região norte. O Mato Grosso se destaca por apresentar a menor disponibilidade de infraestrutura rodoviária quando comparado as outras unidades federação da região, conforme tabela 3.

Tabela 3 - Densidade de rodovias (km de infraestrutura / 1000 km² de área)

UF/ Região	Rede pavimentada	Rede total (pavimentada + não pavimentada)
Distrito Federal	157,0935	281,5226
Goiás	37,5194	284,1284
Mato Grosso	9,3960	46,54948
Mato Grosso do Sul	22,3486	182,6533
Região Centro Oeste	18,7624	127,9629

Fonte: SNV 2015

As principais rodovias utilizadas para o escoamento da soja de Mato Grosso para exportação são a BR-163 que liga o Pará ao Rio Grande do Sul e a BR-364 que vai de Limeira (SP) até Rodrigues Alves (AC). Essas vias são utilizadas principalmente para escoar soja para os portos de Paranaguá e Santos respectivamente (CORREA, 2010). Segundo a última pesquisa da CNT, a BR-163 no Mato Grosso foi classificada como regular, apenas um pequeno trecho

se encontra duplicado atualmente entre os municípios de Nobres e Rosário do Oeste. Reduzindo a eficiência do transporte, o pavimento dessa rodovia foi classificado como bom em uma escala que vai até ótimo. Pode se destacar ainda o fato, da maior extensão da BR 163 não possuir acostamento. A BR 163 poderia ser utilizada para o escoamento da soja do Mato Grosso pelos portos do Norte, em especial no estado do Pará.

Os portos do arco norte possuem potencial para se tornarem um importante ponto de escoamento da produção do cerrado, em especial do Mato Grosso devido a sua grande produção concomitante a maior distância até os portos do sul e sudeste, cerca de 2000 km, e a baixa disponibilidade de infraestrutura em relação aos outros estados da região centro oeste. No entanto, é no trecho compreendido entre o norte do Mato Grosso e Santarém que a BR-163 se encontra em pior estado de conservação, a maior parte desse trajeto não é sequer pavimentado. O agressivo clima equatorial da região, com altos índices pluviométricos, piora ainda mais, o tráfego. Existem registros de caminhões parados durante mais de uma semana nesse trecho, devido a atoleiros. Esse atual panorama onera enormemente os custos de transporte pela rota e faz que portos menos indicados sejam muitas vezes a opção final.

Apesar dessa situação, percebe se uma trajetória crescente de escoamento da produção do Mato Grosso pelos portos do arco norte, em especial o de Barcarena (PA), conforme tabela 4. Mesmo que a distância dos principais municípios produtores, como Sorriso por exemplo, até Barcarena seja semelhante à distância até Santos, cerca de 2000 km no caso de Sorriso. A grande vantagem da utilização do porto de Barcarena é a possibilidade de metade do trajeto ser realizado por hidrovia, o modal mais indicado para esse tipo de carga, pelo rio Tapajós e o estreito de Breves. Em 2014 foi inaugurado na pequena cidade de Miritituba no oeste do Pará, a primeira estação de transbordo de cargas rodo-hidroviário do município, sendo esta financiada pela Bunge³ em parceria com a Amaggi. A partir disso outras estações foram inauguradas, formando o complexo de transbordo de Miritituba, sendo esse o grande alimentador do complexo portuário de Barcarena. Cabe ressaltar que também se encontram a margem do rio Tapajós, os portos de Santarém e Itaituba. O grau do sucesso dos novos empreendimentos logísticos está interligado as condições da BR-163, pois essa rodovia é o caminho da região produtora do Mato Grosso até o município de Miritituba. Na última safra o complexo portuário de Barcarena foi responsável pelo escoamento de 18,55% da soja exportada por Mato Grosso, ficando atrás apenas do porto de Santos em representatividade. Ao se analisar a participação dos portos do arco norte nas exportações de soja do Mato Grosso da última safra, os números

³ Ver <http://www.bunge.com.br/Imprensa/Noticia.aspx?id=636>

chegaram a 42,58%, a tendência de aumento fica evidenciando ao se comparar com a safra de quatro anos antes (2012/2013), quando essa participação estava em 17,12%. Deve ser destacada, a intensa presença da iniciativa privada, que investiu 700 milhões de reais na criação da estação de transbordo em Miritituba e no aumento da capacidade de operação do complexo portuário de Vila do Conde, em Barcarena.

Em relação a BR-364, além de ser importante no escoamento rodoviário para o porto de Santos, ela também pode ser utilizada para escoamento pelo Norte, ligando as regiões produtoras do Mato Grosso a Porto Velho (RO), principalmente a microrregião Parecis do Mato Grosso. A grande vantagem consiste que a partir de Porto Velho o escoamento pode ser feito através da hidrovia da madeira, pelo rio homônimo e depois pelo rio Amazonas, até a cidade de Itacoatiara (AM), onde a soja é exportada pelo complexo portuário de Itacoatiara. A distância de Sapezal (MT) até Itacoatiara é semelhante à distância até Santos, mas a possibilidade da utilização de hidrovia em metade do trajeto é considerada uma boa vantagem. Cabe ressaltar ainda que existe a possibilidade de envio pelo rio Madeira a partir de Porto Velho para os portos de Manaus e Santarém.

O estado de conservação da BR-364 no trecho entre o oeste do Mato Grosso e Porto Velho é um constante motivo de preocupação, segundo o DNIT em 2016 esse trecho estava com toda a extensão pavimentada. No entanto o pavimento foi classificado como regular, com relatos de muitos buracos principalmente durante a época de maiores índices pluviométricos. A geometria da via que analisa característica como a existência de acostamento, traçado da infraestrutura também foi considerada ruim na extensão de Rondônia e regular em Mato Grosso. Apenas um pequeno trecho é duplicado, prejudicando o tráfego pela rodovia e aumentando o número de acidentes. A tabela 4 também confirma o aumento da participação dos portos de Manaus e Santarém nos últimos anos, mostrando a importância do estado de conservação da BR-364 entre Mato Grosso e Rondônia.

Tabela 4 - Participação dos portos no escoamento de soja para exportação em cada safra (%)

UF	Porto (UF do porto)	2012/2013	2013/2014	2014/2015	2015/2016	2016/2017
MT	Santos (SP)	57,88	50,9	46,20	45,34	48,22
	Barcarena (PA)	-	3,39	10,20	12,91	18,55
	Manaus (AM)	7,0	7,62	7,90	8,97	9,37
	Santarém (PA)	5,72	4,24	4,50	7,63	7,42

Continua

UF	Porto (UF do porto)	2012/2013	2013/2014	2014/2015	2015/2016	2016/2017
MT	São Luís (MA)	4,40	3,43	6,33	9,12	7,24
	São Francisco do Sul (SC)	4,81	5,32	4,12	3,04	1,23
	Paranagua (PR)	10,42	11,27	5,45	5,45	3,1
	Vitória (ES)	9,50	9,38	11,71	11,71	3,31
	Outros	0,27	4,45	3,59	3,59	1,56
GO	Santos (SP)	61,03	68,61	60,57	55,22	53,38
	Vitória (ES)	33,00	24,87	31,65	31,78	35,56
	Imbituba (SC)	-	0,19	0,06	3,30	4,29
	Paranagua (PR)	2,30	3,99	3,44	6,68	3,67
	São Francisco do Sul (SC)	2,69	2,21	3,63	2,26	3,10
	Outros	0,98	0,13	0,65	0,76	-
MS	Paranagua (PR)	40,15	41,84	27,21	38,73	35,57
	Santos (SP)	28,68	20,11	34,11	28,04	25,57
	São Francisco do Sul (SC)	31,12	37,16	37,81	28,23	30,42
	Murtinho (MS)	-	0,74	-	0,87	5,56
	Rio Grande(RS)	-	-	0,81	3,61	2,74
	Outros	0,05	0,15	0,06	0,52	0,14

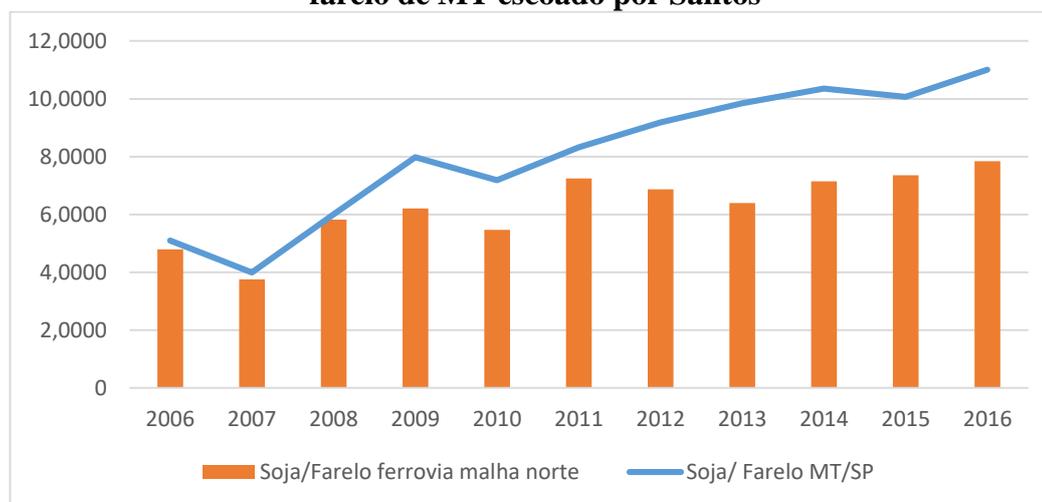
Fonte: Aliceweb/Mdic

Na contramão dessa trajetória, podemos destacar a progressiva perda de importância relativa dos portos do sul e sudeste, com destaque para os portos de Paranaguá e Vitória, no escoamento da soja oriunda do Mato Grosso. Evidenciando assim um deslocamento do escoamento de soja mato-grossense dos portos do sul e sudeste para os portos do Norte, conforme tabela 4. Para não permitir uma interpretação equivocada é essencial informar que os portos do sul e sudeste movimentam volumes superiores de soja em relação ao passado, até mesmo devido a expansão da produção e exportação nessas regiões. Podemos destacar também que, exceto o Mato Grosso, os outros estados da região centro oeste seguem escoando suas produções pelos portos do sul e sudeste na mesma proporção durante todo o período analisado. Nesse ponto é importante ressaltar a importância do frete marítimo, a viagem originada dos

portos do norte para a China, principal demandante da soja, são mais longas em relação a partidas originadas dos portos do sul e sudeste, aumentando seu custo em relação a esses portos, portanto a maior rentabilidade da atividade associada a utilização dos portos do arco norte, possuem relação estreita com o comportamento do preço do frete marítimo, sendo necessário que a redução no custo logístico interno supere a diferença do frete marítimo (SALIN, 2015).

O porto de Santos segue sendo o principal ponto de exportação da soja do Mato Grosso, o caminho com mais de 2 mil km é realizado pela BR 364, que em sua maior parte não é duplicada, movimentando uma carga de baixo valor agregado por uma longa distância pelo modal rodoviário, que ainda se encontra em condição ineficiente. Uma opção para o escoamento até Santos são os terminais ferroviários no sudeste do estado, próximos a fronteira com Goiás e Mato Grosso do Sul, localizados nas cidades de Rondonópolis e Alto Taquari, operados pela América Latina Logística Malha Norte S.A. desde agosto de 2008. Segundo o anuário estatístico das ferrovias, em 2016, cerca de 7,84 milhões de toneladas de soja e farelo foram transportados por essa ferrovia, contando todos os terminais de transbordo existentes em seu trajeto, além dos dois citados, o outro terminal é localizado em Chapadão do Sul (MS). Podemos notar que a utilização do modal rodoferroviário segue uma trajetória de crescimento suave, ao analisar a série histórica de dados no gráfico 28. Em 2011, por essa mesma malha foram transportados 7,24 milhões de toneladas de soja, a diferença de 600 mil toneladas entre 2016 e 2011 é bem menor em relação da variação no volume de soja e farelo oriundos do Mato Grosso escoado por Santos, que nesse mesmo período ultrapassa os três milhões de toneladas, confirmando que o volume exportado por Mato Grosso em Santos cresce mais rapidamente que o volume embarcado na ferrovia. Não podemos desconsiderar o peso do frete interno, das regiões produtoras do Mato Grosso até o terminal de Rondonópolis, para alcançar a ferrovia a distância média é de 413 km, percorrendo pelas rodovias mal conservadas do estado (FILARDO, 2005).

Gráfico 28 - Volume de Soja e farelo transportados na malha norte x volume de soja e farelo de MT escoado por Santos



Fonte: ANTT e MDIC

2.2 Logística da produção de soja na região Sul

O panorama na região sul é bem diferente em relação ao cerrado, os grandes produtores de soja, Paraná e Rio Grande do Sul escoam sua produção majoritariamente em portos internos, dentro do próprio estado de origem da mercadoria, conforme tabela 5. Esse caso pode ser comparado ao panorama da Argentina, pois a distância a ser percorrida para chegar até os portos é relativamente pequena, quando comparamos ao centro oeste brasileiro ou ao meio oeste dos Estados Unidos.

Tabela 5 - Volume de soja para exportação por UF de origem e porto em mil toneladas

UF	Porto	2012/2013	2013/2014	2014/2015	2015/2016	2016/2017
PR	Paranaguá	4530,56	5957,72	4845,43	6091,53	6783,70
	São Francisco do Sul (SC)	1737,28	1547,86	1618,50	1526	2062,20
	Rio Grande	269,50	240,93	201,84	481,28	119,01
	Outros	62	91	111	450	355
RS	Rio Grande	6392,95	7756,28	9204,32	10564,76	9711,29
	Outros	101,07	73,69	45,11	290,12	218,34

Fonte: AliceWeb/Mdic

Por esse motivo, mesmo escoando sua produção majoritariamente por rodovias, a região sul possui um custo de transporte inferior ao centro oeste brasileiro ou ao meio oeste dos

Estados Unidos (SALIN,2016). Cabe ressaltar ainda, a maior capilaridade da infraestrutura no sul do Brasil quando comparamos ao centro oeste. A densidade rodoviária é muito superior ao cerrado, tanto pavimentada quanto não pavimentada. No entanto, o estado de conservação e principalmente a capacidade dessas rodovias muitas vezes são fatores de ineficiência.

Tabela 6 - Densidade de rodovias (km de infraestrutura / 1000 km² de área)

UF/ Região	Rede pavimentada	Rede total (pavimentada + não pavimentada)
Paraná	98,2469	590,1646
Santa Catarina	73,7022	640,6592
Rio Grande do Sul	40,3116	536,3883
Região Sul	65,8735	127,9629

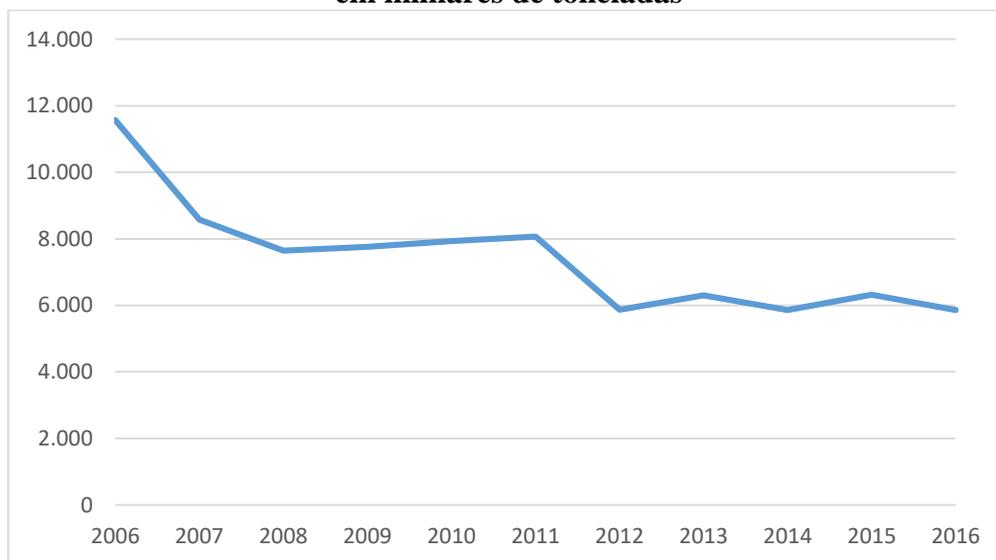
Fonte: Elaborado a partir de dados do SNV 2015

Segundo a Secretaria dos Transportes e Mobilidade do Rio Grande do Sul, as BR-386 e BR-392 são as principais responsáveis pelo fluxo rodoviário de soja no estado. A BR-386, que liga o noroeste do estado, fronteira com Santa Catarina, a Canoas na região de Porto Alegre, foi classificada como boa na última pesquisa de rodovias do DNIT, a geometria da via foi o único atributo classificado como regular. Quanto a BR-392 que liga o oeste do estado, cidade de Porto Xavier fronteira com a Argentina, até o Leste, em especial a região do Porto de Rio Grande, foi classificada como regular.

Existe ainda, a utilização de outros modais. No Rio Grande do Sul, podemos destacar a hidrovia Mercosul que é composta pelos rios Jacuí, Taquari, Caí, Sinos, Gravataí, Camaquã e Jaguarão, que se ligam a lagoa dos Patos através do lago Guaíba, com 1860 km de vias navegáveis. Segundo dados da ANTAQ, durante a safra 2016/2017 mais de 780 mil toneladas de soja em grão foram transportadas pela hidrovia Mercosul com destino ao porto de Rio Grande, representando cerca de 8% do volume total de soja desembarcado no local. Podemos ainda destacar a presença de ferrovias na região sul, operadas pela América Latina Logística S.A malha sul. O caminho de ferro possui acesso aos principais portos da região como Paranaguá, Rio Grande e São Francisco do Sul, além de maior capilaridade quando comparamos ao cerrado. No entanto, os dados disponíveis revelam uma trajetória de redução no volume de soja e farelo transportados por essa malha nos últimos anos, conforme gráfico 29, ao mesmo momento que a quantidade de soja e farelo exportados pelos principais estados produtores da região sul aumenta, sugerindo um certo grau de preterimento da utilização do

modal ferroviário na região, provavelmente incentivado pela curta distância de transporte até os portos e a maior flexibilidade do transporte rodoviário, que pode buscar a mercadoria diretamente na fazenda, evitando ainda operações de transbordo que oneram o custo logístico.

Gráfico 29 - Volume de soja e farelo de soja transportados pela RMS em milhares de toneladas



Fonte: ANTT

Além disso, a ferrovia se encontra obsoleta, diminuindo a velocidade média dos vagões que atualmente gira em torno de 20 km/h. Para efeito de comparação, em países desenvolvidos as ferrovias operam com velocidade média de 80 km/h. Outro problema relatado, diz respeito a sazonalidade da safra e o pico do escoamento, época onde o preço do frete nas ferrovias se eleva, alcançando nível semelhante ao transporte rodoviário (VORPAGEL, 2016).

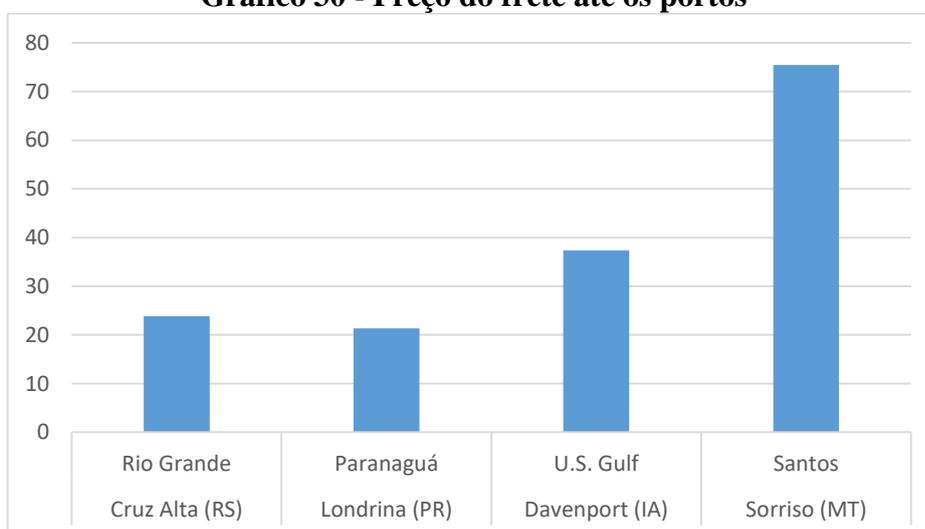
Em relação ao Paraná, o anel de integração se destaca como principal corredor rodoviário da soja, essas estradas foram concedidas ao setor privado em 1997 e se encontram em bom estado de conservação. No entanto, os transportadores não enxergam justificativa para o alto valor dos pedágios, cerca de 11% do valor do frete, uma vez que a maior parte das rodovias não está duplicada, fazendo com que o trajeto seja realizado em menor velocidade. Cabe destacar que o mercado de frete rodoviário no Paraná funciona em concorrência perfeita, com um grande número de ofertantes e demandantes do serviço que não conseguem influenciar em seu preço, portanto no período da safra quando a demanda pelo serviço aumenta, o frete rodoviário alcança seu maior nível, sendo o raciocínio análogo para o período de entressafra. (CAIXETA, 2014).

Desde 2012 o porto de Paranaguá adotou o sistema de Carga Online, da Administração dos Portos de Paranaguá (APPA), nesse sistema o caminhoneiro só pode acessar ao pátio da

triagem após a apresentação de uma senha marcada na nota fiscal. A função desse sistema é evitar a formação de filas para desembarque da carga, pois dessa forma a administração portuária consegue controlar o fluxo de forma a se adequar a capacidade operacional do porto. Pela dificuldade em conseguir senhas, parte do escoamento de soja paranaense segue para os portos de São Francisco do Sul e em menor escala Rio Grande (CAIXETA, 2014).

Em relação ao modal ferroviário, já destacamos a ALL S.A. malha sul que também atende aos paranaenses. No estado, ainda existe a Ferroeste que é administrada pelo governo do Paraná e em 2016 transportou 324 mil toneladas de soja e farelo até a malha da Rumo sul.

Gráfico 30 - Preço do frete até os portos



Fonte: USDA

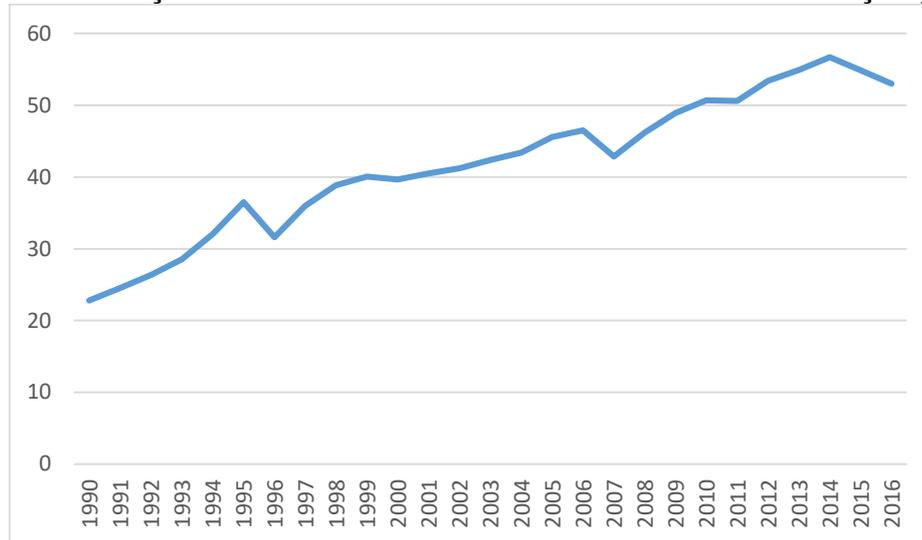
Apesar das ineficiências logísticas da região sul, a pequena distância até os portos faz com que seu frete seja sensivelmente inferior as regiões produtoras interiorizadas no Brasil e nos Estados Unidos, conforme gráfico 30.

2.3 A influência da concentração chinesa na demanda mundial da soja

A China é o grande consumidor mundial da soja em grão, com uma produção muito inferior ao esmagamento no tecido industrial doméstico, como mostrado anteriormente, os chineses se tornaram o grande importador líquido da oleaginosa e um ator determinante nesse mercado. O elevado crescimento da economia chinesa nos últimos anos, segundo dados do Banco Mundial entre 1990 e 2016 o PIB chinês cresceu em média 9,63% ao ano, trouxe mudanças também no padrão de consumo da população local (SANTOS et al 2012). Podemos

destacar o vertiginoso aumento na produção e consumo de carne, incluindo suínos, aves e bovinos. Entre 1990 e 2016 o consumo doméstico de suínos, tradicional na China, aumentou mais de 143%, concomitante a um grande aumento na produção, conforme gráfico 31.

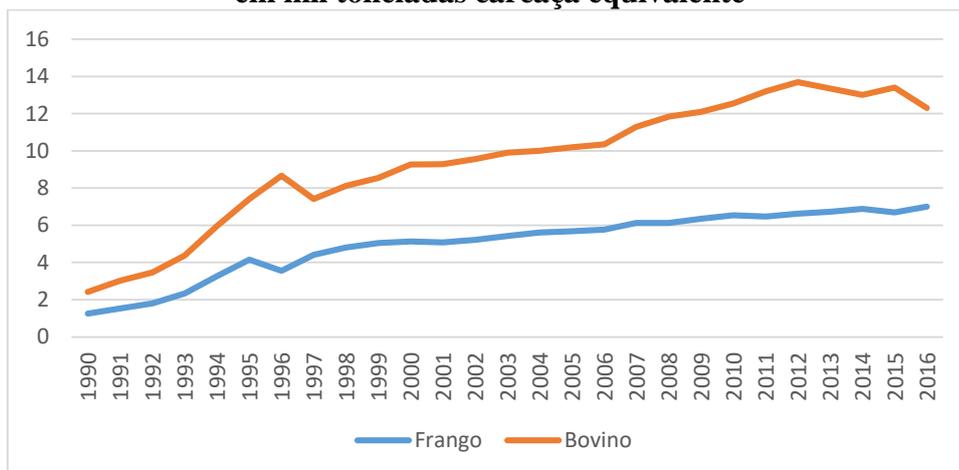
Gráfico 31 - Produção de carne suína na China em mil toneladas carcaça equivalente



Fonte: USDA

O mesmo pode ser dito em relação ao consumo de carne de frango, que no país acontece em menor escala em relação a carne suína, o aumento foi superior a 413% nesse mesmo período. Podemos destacar ainda, o recente aumento no consumo de bovinos.

Gráfico 32 - Produção chinesa de carne bovina e frango em mil toneladas carcaça equivalente

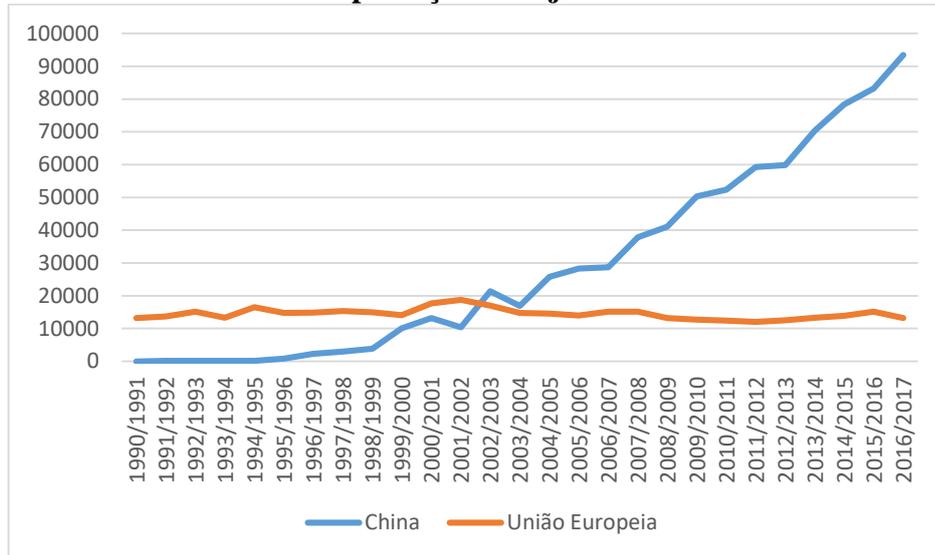


Fonte: USDA

O processo de urbanização e aumento da renda da população chinesa se constitui como um propulsor para esse comportamento de aumento no consumo de proteína animal. No entanto, o fato da China possuir a maior população do mundo, cerca de 1,3 bilhão de pessoas,

evidencia que o consumo de carne per capita de carne na China ainda é inferior ao Brasil. De toda forma, essa trajetória mostra a intensa necessidade de grãos que a China possui ao mesmo tempo que menos de 15% das terras do seu território são aráveis (SANTOS et al 2012).

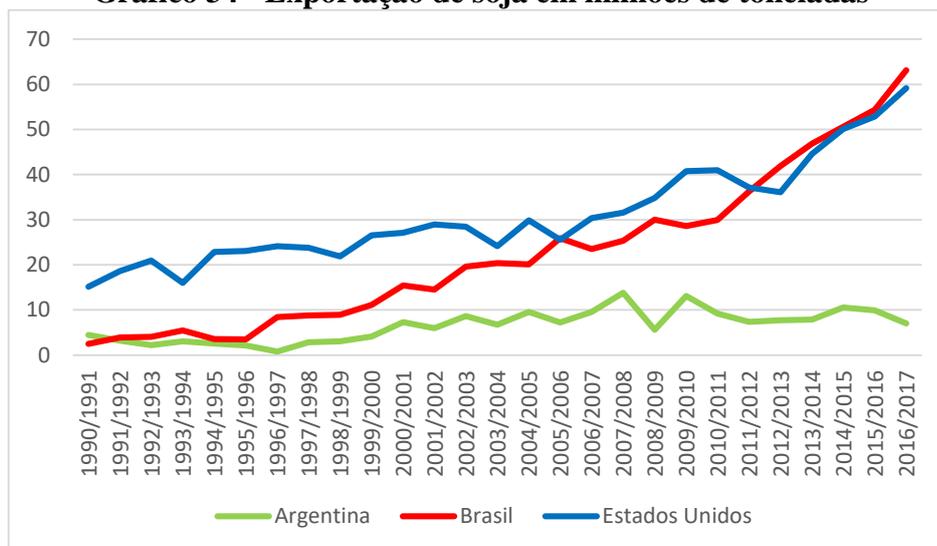
Gráfico 33 - Importação de soja em mil toneladas



Fonte: USDA

Podemos evidenciar a intensidade da China no mercado internacional da oleaginosa quando comparamos o comportamento desta com a União Europeia, segundo maior importador líquido, nos últimos 26 anos, conforme visto no gráfico 33. Enquanto os europeus mantem uma trajetória com leve tendência de queda, os chineses que importaram mil toneladas na campanha 1990/1991, chegaram a um volume superior a 93 milhões de toneladas na campanha 2016/2017 e uma escala completamente distinta de qualquer outro país ou bloco econômico do mundo.

Assim como mostrado no caso dos Estados Unidos, o Brasil tem a China como o principal demandante de sua soja, no caso brasileiro podemos evidenciar uma relação ainda mais estreita uma vez que a inserção em larga escala da soja brasileira no mercado internacional se confunde com a própria entrada da China neste. Em 90/91 o Brasil exportara cerca de 2,47 milhões de toneladas, enquanto na última safra em 2016/2017 esse montante ultrapassa os 63 milhões de toneladas. O Brasil que até então exportava um volume inferior a Argentina, atualmente ultrapassou os Estados Unidos como maior exportador de soja em grão no mundo conforme gráfico 34.

Gráfico 34 - Exportação de soja em milhões de toneladas

Fonte: USDA

Compreender o destino da mercadoria também é importante para a análise da logística brasileira, assim como foi feito para os Estados Unidos. A participação da China no consumo da soja brasileira ainda é maior que no caso dos Estados Unidos, 77,28% a 65,1%. A tabela 7 exhibe os principais compradores da soja brasileira entre setembro de 2016 a agosto de 2017.

Tabela 7 - Participação nas exportações de soja do Brasil na safra 2016-2017

País/Bloco	Participação (%)
China	77,28
União Europeia	7,80
Tailândia	2,80
Irã	1,99
Rússia	1,79
Taiwan	1,64
Paquistão	1,58
Vietnã	1,02
Outros	4,09

Fonte: Alice Web

O segundo maior demandante da soja brasileira também é a União Europeia com uma escala cerca de dez vezes menor que a China, evidenciando a grande diferença existente. Todos os países que atingiram um nível de consumo superior a 1% do volume total exportado estão na tabela 8. Podemos destacar a participação de outros países asiáticos como principais destinos

da soja brasileira. A tabela 8 exibe a participação dos principais estados produtores no total enviado aos dois principais destinos, China e União Europeia, no período compreendido entre setembro de 2016 e agosto de 2017, além do volume total transacionado.

Tabela 8 - Participação e volume enviado aos principais destinos por UF

Origem	China		União Europeia	
Estado	Participação (%)	Volume (mil ton)	Participação (%)	Volume (mil ton)
Mato Grosso	24,07	11204,58	58,45	2751,08
Rio Grande do Sul	20,13	9369,27	0,27	24,40
Paraná	17,18	7997,00	0,53	25,09
Goiás	7,86	3656,86	0,25	11,87
Mato Grosso do Sul	5,85	2722,68	0,70	32,93
São Paulo	5,85	2720,85	0,95	44,61
Minas Gerais	4,40	2046,99	0,43	20,03
Bahia	4,22	1963,92	2,23	105,04
Tocantins	2,60	1208,94	6,32	297,29
Santa Catarina	2,56	1190,22	0,52	24,40
Maranhão	2,40	1117,93	6,32	297,57
Pará	1,19	555,03	8,47	398,86
Piauí	0,94	438,21	1,15	53,90
Rondônia	0,30	140,06	10,24	482,18

Fonte: Alice Web

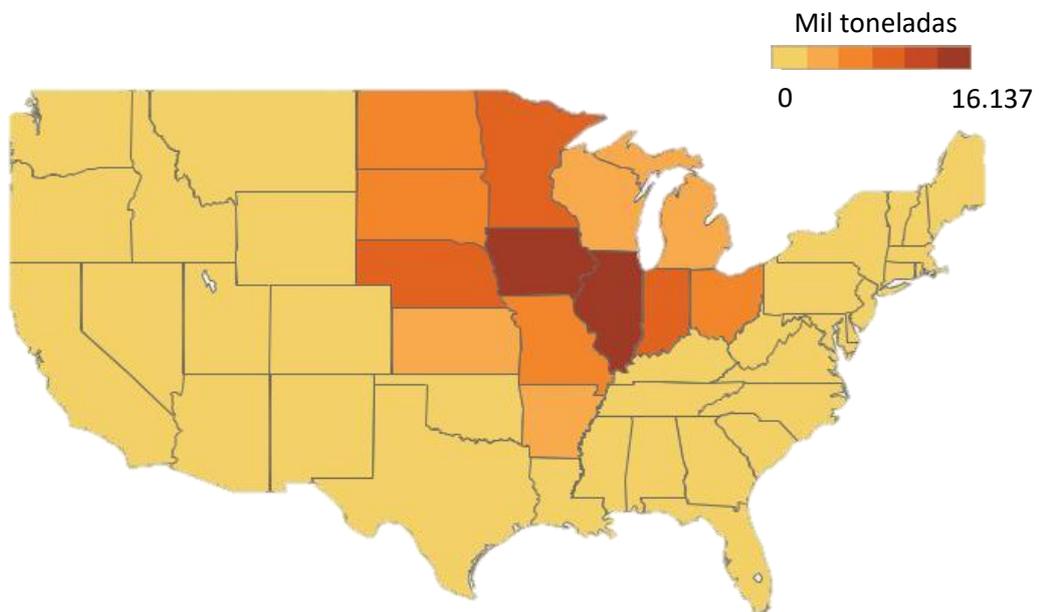
Ao analisar a tabela 8 percebe-se a existência de uma segmentação no mercado. Em relação às remessas para a União Europeia podemos destacar a grande participação da região norte, representada por Rondônia e Pará, além da boa parcela enviada pela região Matopiba, todos utilizando portos do norte e nordeste do país. Na contramão dessa trajetória, a região sul concentra suas remessas na China e possui uma parcela ínfima dos envios destinados à Europa. O Mato Grosso é o maior exportador para ambos os destinos, sendo que suas remessas para os europeus se concentram pelos portos do arco norte, enquanto para os chineses os envios ocorrem majoritariamente pelo porto de Santos. Esse panorama guarda uma relação com a estrutura contábil que será discutida a partir do capítulo 4.

CAPÍTULO 3

A LOGÍSTICA DA EXPORTAÇÃO DE SOJA NOS ESTADOS UNIDOS

Os Estados Unidos são o maior produtor de soja do mundo, segundo dados do USDA durante a campanha 2015/2016, foi registrada uma produção de 106,8 milhões de toneladas, com o montante de 52,8 milhões destinado à exportação e um consumo doméstico de 54,4 milhões de toneladas.

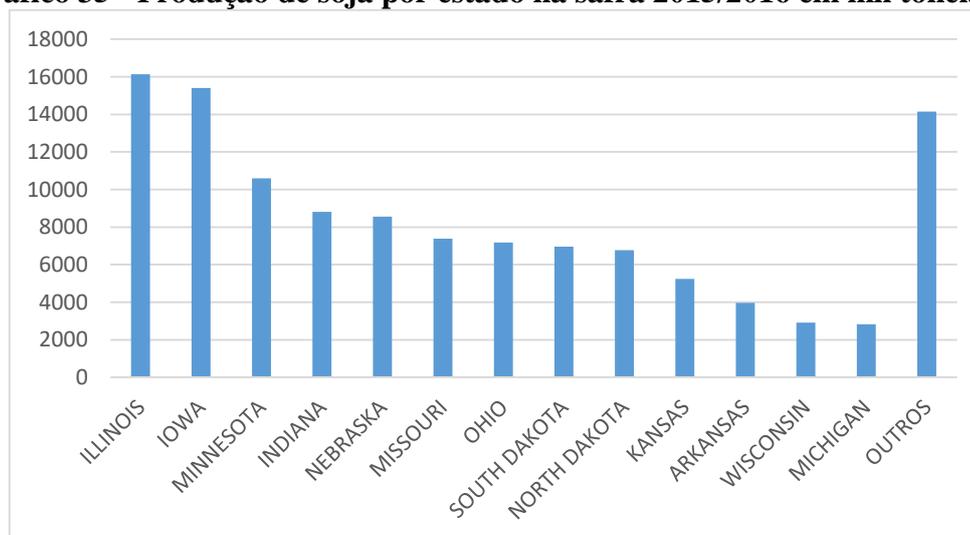
Figura 4 - Produção de soja por estado norte americano na safra 2015/2016



Fonte: NASS

Analisando o mapa da figura 4, fica evidente que a produção da oleaginosa nos EUA, está concentrada na região meio oeste, portanto, distante dos principais portos de escoamento.

O gráfico 35 exibe a produção por estado na safra 2015/2016, de forma a complementar as informações contidas na figura 4. A partir desse panorama vamos buscar compreender qual a dinâmica de movimento da soja nos Estados Unidos, com finalidade de tecer comparações com a dinâmica apresentada para o Brasil, mantendo o foco do estudo no transporte de soja *in natura* para exportação.

Gráfico 35 - Produção de soja por estado na safra 2015/2016 em mil toneladas

Fonte: NASS

Os principais complexos portuários para escoamento da oleaginosa norte americana podem ser vistos na tabela 9.

Tabela 9 - Exportação por complexo portuário no ano de 2016

Distrito	Volume (mil toneladas)
Nova Orleans (LA)	33.497,23
Columbia Snake (OR)	7.019,42
Seattle (WA)	5.434,31
Norfolk (VA)	2.395,75
Los Angeles (CA)	1.890,39
Houston-Galveston, (TX)	966,5
Mobile (AL)	884,1
New York (NY)	593,69
Outros	2.254,36

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de dados do United States Census Bureau

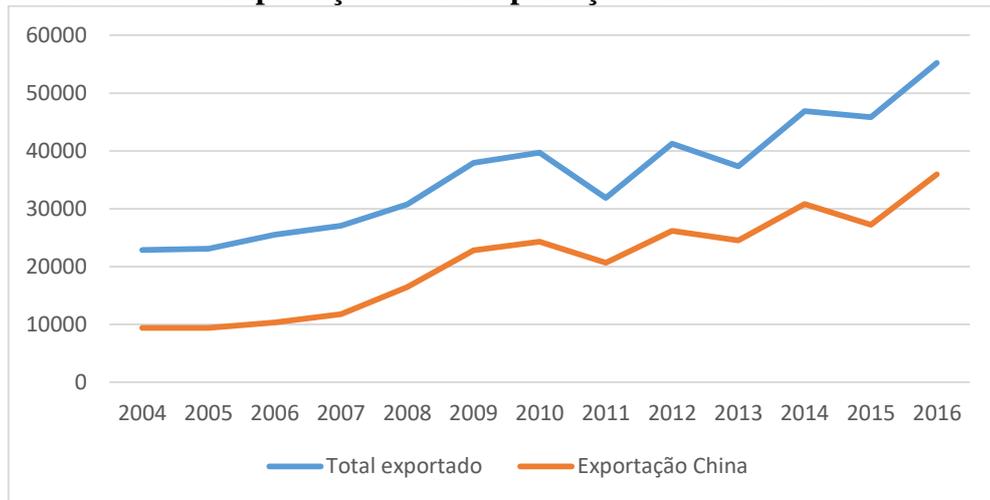
É importante notar a concentração em alguns portos e em algumas regiões para compreender a dinâmica de escoamento da soja nos Estados Unidos. Para facilitar a compreensão dessa dinâmica, as regiões portuárias podem ser divididas em quatro:

- A) O Golfo do Mississippi, localizado no encontro do rio Mississippi com o oceano, no sul dos Estados Unidos. Nessa região estão compreendidos os portos dos estados de

Louisiana, Alabama e Mississippi, sendo o complexo portuário de Nova Orleans (LA) a principal rota de escoamento da oleaginosa nos Estados Unidos. Em 2016, aproximadamente 60,64% do volume total exportado pelo país passou pelos portos de Nova Orleans. Naquele mesmo ano, o golfo do Mississippi foi o caminho de 62,24% do volume exportado de soja.

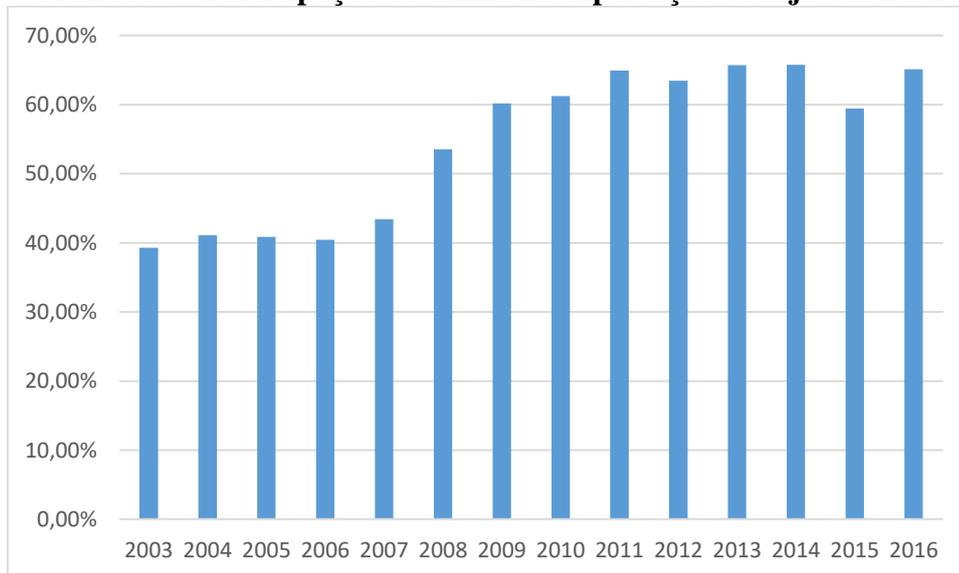
- B) A segunda região mais importante é a costa do Pacífico, com destaque para o noroeste, estados de Oregon e Washington, que escoaram juntos 25,96% do volume total exportado de soja em 2016. A região inteira, incluindo os portos da Califórnia, participou em 29,44%. Os portos das duas regiões acima somados, movimentaram mais de 91% da soja exportada em 2016, evidenciando a importância estratégica destas.
- C) A terceira região compreende os estados da costa do Atlântico, do nordeste ao sudeste do país. Os portos dessas localidades contribuíram com 5,71% do volume exportado, o grande destaque é o complexo portuário de Norfolk na Virgínia, que foi a rota de exportação de 4,34% do volume total de soja enviado pelos Estados Unidos ao resto do mundo.
- D) A quarta região compreende os portos do Golfo do Texas, no estado homônimo, que participaram em 1,84% no total exportado. Cabe ressaltar que no ano de 2016, o somatório dos portos interiores, navegação em longo curso, e os portos da região dos grandes lagos, alcançou uma quota inferior a 1% dentro da movimentação total segundo dados do United States Census Bureau. Após evidenciar as principais rotas de escoamento da soja, podemos mostrar que o grau de utilização das rotas varia de acordo com o destino e a origem, sendo esse um comportamento bem definido.

A entrada da China no comércio internacional tem relevância para compreensão dessa atual distribuição por portos. A China é o grande consumidor da soja em grão no mundo, e assim como o Brasil, a exportação norte americana é voltada para a China. O movimento de forte expansão na exportação da soja in natura nos Estados Unidos percebido no século XXI, segue a variação da demanda chinesa pela oleaginosa como podemos notar no gráfico 36.

Gráfico 36 - Exportação total x exportação China em mil toneladas

Fonte: United States Census Bureau

Essa trajetória afirma que a expansão do comércio internacional do grão da soja aconteceu principalmente devido ao aumento do consumo pela China. A importância da demanda chinesa para a exportação de soja dos Estados Unidos pode ser evidenciada pela sua participação dentro do volume total embarcado pelos norte-americanos, conforme gráfico 37.

Gráfico 37 - Participação da China na exportação de soja dos EUA

Fonte: United States Census Bureau

Os reflexos dessa intensa mudança também seriam sentidos no que tange a logística para escoamento da oleaginosa rumo ao pujante mercado chinês. A atual concentração portuária evidenciada a partir da tabela 9 foi se caracterizando de forma paralela ao vertiginoso crescimento das remessas de soja para a China. O porto de Nova Orleans tradicionalmente é a

principal rota do escoamento agrícola dos Estados Unidos, o complexo portuário da região se beneficia da posição geográfica, pois se encontra a jusante da bacia do Mississippi, a maior dos Estados Unidos e terceira maior do mundo, o rio Mississippi é o segundo mais extenso dos Estados Unidos, atrás somente do rio Missouri que é um afluente deste.

Figura 5 - Bacia do Mississippi

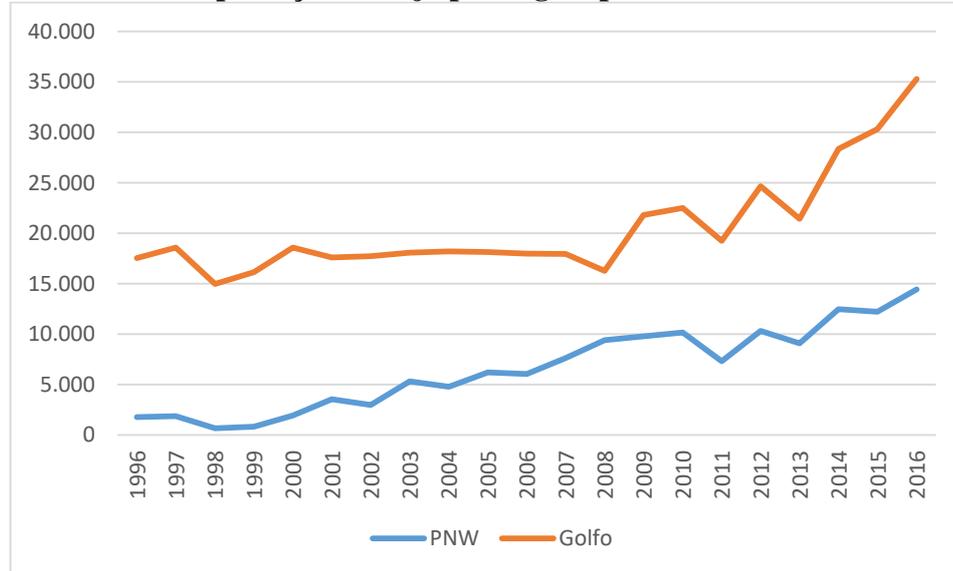


Fonte: United Soybean

O rio Mississippi atravessa vários dos principais estados produtores da oleaginosa, além de possuir vários rios afluentes em estados produtores, nascendo no condado Clearwater em Minnesota, seu trajeto passa por Wisconsin, Illinois, Iowa, Missouri, Tennessee, Arkansas, Kentucky, Mississippi e finalmente Louisiana onde ele desagua no golfo do México. Como anteriormente evidenciado, vários desses estados citados estão entre os principais produtores da oleaginosa e o transporte por hidrovias é o mais eficiente para se movimentar essa carga por longa distância, ficando evidente que tal combinação justifica o fato do complexo portuário de Nova Orleans ser a principal rota de escoamento de soja nos Estados Unidos.

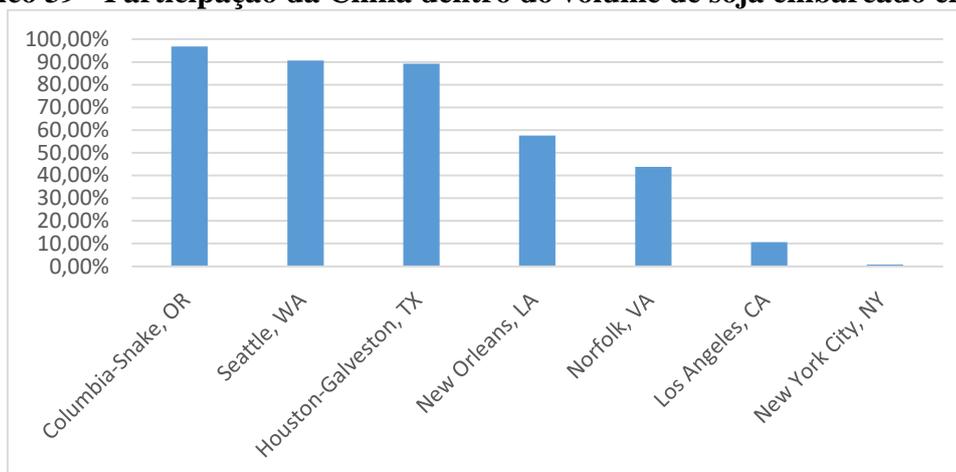
A consolidação da China como grande demandante do mercado da soja, não ameaça a posição de Nova Orleans, pelo contrário, na última década o volume de soja que embarca neste complexo portuário aumentou vigorosamente, tendo Shangai como principal destino.

Gráfico 38 - Exportação de soja por região portuária em mil toneladas



Fonte: USDA

No entanto, a entrada da China acendeu uma forte movimentação da oleaginosa nos portos do noroeste no Pacífico. Alguns portos, que antes eram praticamente irrelevantes para a soja, atualmente figuram entre os principais do país, o crescimento de aproximadamente 705% no volume exportado pelos complexos portuários de Oregon e Washington, evidenciado como PNW (Pacific Northwest) no gráfico 38, ilustra muito bem essa trajetória. Pelo vigor de sua demanda, a China naturalmente representa o maior destino da soja embarcada na maior parte dos principais portos americanos, mas a participação dentro de cada um deles é bem diferente quando os comparamos.

Gráfico 39 - Participação da China dentro do volume de soja embarcado em 2016

Fonte: United States Census Bureau

Conforme gráfico 39, o volume de soja escoado pelos portos do Noroeste é quase integralmente enviado para a China, evidenciando sua importância na evolução dessas rotas. Ainda na costa do Pacífico, localizado no Sudoeste, o complexo portuário de Los Angeles também é uma rota para o importante mercado asiático, atendendo outros dos principais consumidores da soja norte americana que estão localizados na Ásia, como Indonésia, Japão, Taiwan, Tailândia, Vietnã que somados a China representam mais de 92% do total embarcado na Califórnia.

O frete marítimo é decisivo para configuração desse panorama, em 2016 o custo de se enviar uma tonelada de soja dos portos do Noroeste para Shanghai, era cerca de 45% menor em relação ao envio pelo Golfo (SALIN, 2017). Ao contrário do golfo, a soja chega ao PNW majoritariamente por ferrovias, como evidenciado o custo de se enviar a carga por ferrovias é superior ao custo da barcaça, portanto o benefício de se enviar a carga pelo Noroeste é completamente dependente da posição geográfica da região produtora.

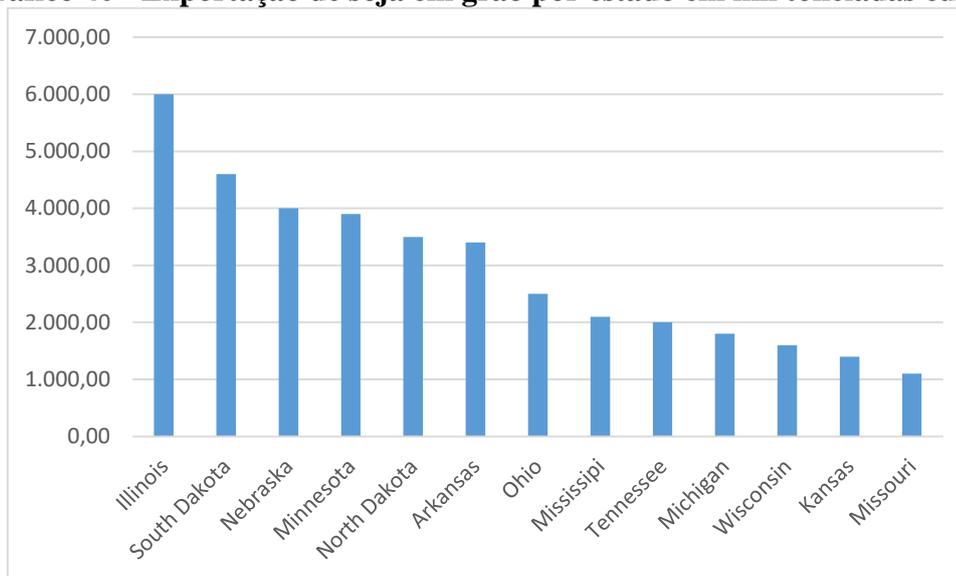
Segundo a Informa Economics, para compreender a logística da soja de acordo com a origem do movimento, a região produtora do meio oeste pode ser dividida em quatro:

- A) O Alto Mississipi compreende os dois maiores estados produtores de soja, Illinois e Iowa;
- B) A Planície do Norte compreende os estados de Minnesota, Dakota do Norte e Dakota do Sul;
- C) A Planície Central abriga os estados de Nebraska e Kansas;
- D) A região OIMK que são as iniciais dos estados que a compreende Ohio, Indiana, Michigan e Kentucky.

Em relação ao Alto Mississipi, os estados de Illinois e Iowa são os maiores produtores de soja nos Estados Unidos, somados alcançaram um volume superior a 31 milhões de toneladas na última campanha, conforme gráfico 35. No entanto, os dois estados possuem dinâmicas diferentes, isso acontece devido ao fato de Iowa possuir o maior rebanho suíno dos Estados Unidos, em setembro de 2017, o rebanho suíno do estado estava girando em torno de 22,9 milhões de cabeças, para efeito de comparação a Carolina do Norte que possui o segundo maior rebanho possuía 9,2 milhões de cabeças naquele mesmo momento segundo dados do NASS. A forte atividade pecuária configura o estado de Iowa como um grande consumidor interno de grãos para alimentação animal, sendo o segundo maior do país. Illinois com uma atividade pecuária bem mais modesta é apenas o 12º estado nessa ordem, mostrando a existência de um excedente exportável bem superior a Iowa (PRATER, 2013).

Juntamente com as aves, a criação de suínos é uma das atividades grandes consumidoras de soja, atualmente a alimentação de suínos e aves consome cerca de dois terços de todo o farelo de soja produzido no mundo (BELLAYER; SNIZEK; 2012). Segundo dados da Informa Economics, na campanha 2013/2014, o Iowa produziu mais de 11,4 milhões de toneladas de soja, desse montante total, mais de 94% foi esmagado no tecido industrial do próprio estado, correspondendo a 10,79 milhões de toneladas, evidenciando a importância do consumo interno nesse estado. Em Illinois a situação é bem diferente, nessa mesma campanha de comercialização, a produção foi de 12,88 milhões de toneladas, sendo que 5,44 milhões de toneladas foram destinadas ao mercado externo, fazendo do estado o maior exportador da oleaginosa. Apesar do grande consumo doméstico e envio para esmagamento interestadual da soja de Illinois, percebe-se um montante exportável bem superior ao seu vizinho Iowa. O volume de soja exportado por Illinois é majoritariamente transportado via barcaças pelo rio Mississipi até os portos do golfo, em especial Nova Orleans, sendo que nessa campanha mais de 71% da exportação de soja se deu a partir desse modal. Os portos dessa região são os principais pontos de escoamento para Illinois, mesmo restringindo à soja transportada pelo modal ferroviário, a maior parte da soja enviada por trilhos, oriunda de Illinois, tem como destino a Louisiana (PRATER, 2013).

Segundo os dados da Informa, os principais exportadores da oleaginosa em grão se ordenavam conforme gráfico 40 durante a safra 2013/2014.

Gráfico 40 - Exportação de soja em grão por estado em mil toneladas curtas

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de dados Informa economics

Os estados da Planície do Norte geralmente exportam pelos portos do noroeste do Pacífico, em relação a Dakota do Norte e Dakota do Sul, o baixo consumo interno evidencia uma produção voltada basicamente para o mercado externo e interestadual, pela posição geográfica relativamente próximos aos portos do Noroeste, esses estados utilizam majoritariamente essa rota e o modal ferroviário. Cerca de 90% da soja que deixa a Dakota do Norte vai para os portos de Oregon e Washington pelos trilhos, em Dakota do Sul esse percentual chega a 88% (PRATER, 2013). Minnesota possui algumas particularidades em relação aos dois anteriormente citados, podemos citar o alto consumo interno para esmagamento nesse estado, cerca de 60% da produção doméstica, e o fato de abrigar a foz do rio Mississippi, sendo possível embarcar soja no rio e enviá-la para os portos do Golfo. Dessa forma, cerca de 70% da soja movimentada por Minnesota tem os portos do Noroeste como destino e 30% seguem por barcaças até os portos do Golfo.

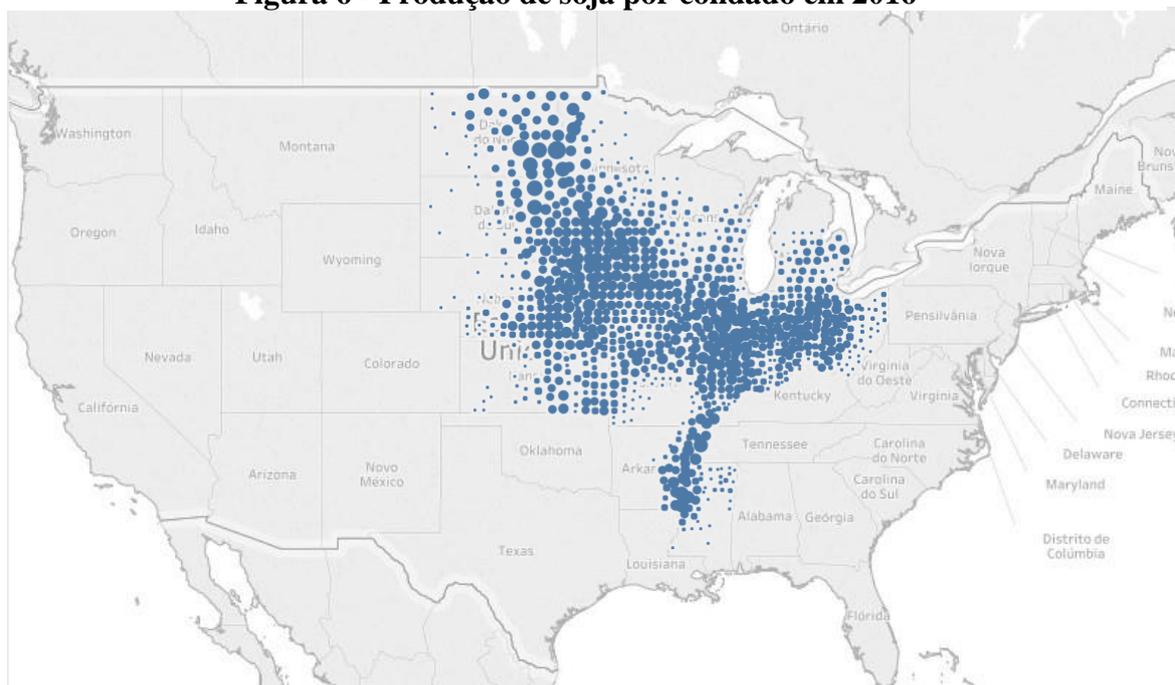
Em relação a Planície central, Nebraska e Kansas exportam sua produção predominantemente por ferrovias, o caminho, no entanto é bem diferente, enquanto Nebraska envia metade de suas exportações para o noroeste, seguido por envios aos portos da Louisiana e do Texas em menor escala, Kansas utiliza majoritariamente os portos do Golfo do Mississippi e do Texas, não utilizando em grande escala a rota do Pacífico (PRATER, 2013).

Os estados da região OIMK possuem as mesmas rotas de escoamento mas utilizam os modais de transporte em diferentes proporções, Michigan envia sua produção majoritariamente por ferrovias para regiões na costa do Atlântico e no golfo do Mississippi, em Indiana e Ohio também se estabelece o uso intensivo do modal ferroviário mas menor proporção quando

comparado a Michigan, esses estados também utilizam em larga escala a hidrovia pelo rio Mississippi, finalmente Kentucky escoar sua produção de soja majoritariamente por barçaça.

Cabe ressaltar a participação de estados do baixo Mississippi no mercado da soja, vários deles possuem forte atividade avícola com destaque para Arkansas e Mississippi que estão entre os 5 maiores efetivos dos Estados Unidos. Apesar disso, ambos localizados próximos a Louisiana exportam sua produção e não possuem forte atividade processadora, a bacia do Mississippi ainda é fortemente explorada pelos estados de Tennessee via barçaça e Wisconsin também via barçaça mas utilizando as ferrovias em menor escala. O mapa de produção de soja detalhado por condado evidencia a distribuição geográfica da oleaginosa em torno do Rio Mississippi.

Figura 6 - Produção de soja por condado em 2016



Fonte: NASS

A recente ampliação no Canal do Panamá iniciada em 2007 e concluída⁴ em 2016, ainda beneficiou diretamente as exportações pelo golfo, encurtando o caminho para a China. A União Europeia, é o segundo maior consumidor da soja norte americana, representando aproximadamente 8,8% do volume exportado em 2016, desse montante, 95% iniciou sua

⁴ Ver <https://economia.uol.com.br/noticias/efe/2016/03/23/ampliacao-do-canal-do-panama-sera-inaugurada-em-26-de-junho.htm>

trajetória no complexo portuário de Nova Orleans, evidenciando sua importância para os destinos no ocidente.

Os portos da costa do Atlântico, com destaque para Norfolk na Virginia, recebem a carga por ferrovias, o volume movimentado é bem inferior ao Golfo e ao PNW, os países asiáticos geralmente são o principal destino, cabe ressaltar que a movimentação do complexo soja na região não se restringe ao movimento para exportação, diversos estados na costa possuem uma dinâmica atividade pecuária e como a região não se configura como produtora de soja, o consumo interestadual é forte nesse tipo de situação, podemos destacar a Carolina do Norte que possui o segundo maior rebanho suíno e o quarto maior de aves nos Estados Unidos.

Em relação ao Texas, o volume exportado é relativamente pequeno, sendo a China o destino predominante. O estado é considerado o maior consumidor de alimentação animal dentro dos Estados Unidos, devido a tradicional atividade pecuária, com grande destaque para a criação de bovinos, evidenciando a importância do seu consumo interno, com as exportações em segundo plano (PRATER, 2013).

CAPÍTULO 4

COMPARAÇÃO DOS CUSTOS DE PRODUÇÃO E COMERCIALIZAÇÃO DA SOJA ENTRE BRASIL E ESTADOS UNIDOS

A Companhia Nacional do Abastecimento (CONAB) e o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA) possuem entre suas funções, o trabalho de buscar a estimativa do custo de produção de diversas atividades agropecuárias nas principais regiões produtoras do Brasil e Estados Unidos, respectivamente. Os dois órgãos governamentais, contam com um corpo técnico qualificado e se utilizam do aparato estatal para realizar o melhor trabalho de amostragem possível, de maneira que sua estimativa esteja fiel a realidade populacional.

Ambos têm sua análise baseada em torno das definições de custo fixo e variável ou operacional. O custo operacional engloba todos os itens do custo variável e os itens do custo fixo ligados a implementação da lavoura, se diferenciando do custo total pela não contabilização dos custos relacionados a remuneração dos fatores fixos (MENEGATTI, 2006).

A CONAB analisa desde o princípio do processo produtivo (preparo do solo) até a fase inicial da campanha de comercialização, abordando até mesmo transporte externo em distância inferior a 80 quilômetros. Enquanto isso, o Departamento tem seus dados baseados apenas no processo produtivo, não abordando o custo de pós colheita, como transporte externo e armazenagem (MENEGATTI, 2006).

A amostragem é realizada pela Companhia através de suas Superintendências Regionais que agendam reuniões denominadas painel que reúnem cerca de 10 a 15 produtores com características semelhantes. O pacote tecnológico é determinado através da moda da região, de forma que a unidade produtiva construída pelos painelistas seja a mais próxima da realidade das técnicas produtivas empregadas na região pesquisada. Cabe ressaltar que a Companhia pode arbitrariamente incluir mais de um pacote tecnológico na mesma região e a atualização programa do pacote tecnológico acontece a cada 3 anos. O Departamento por sua vez, obtém seus dados através de questionários e entrevistas com os produtores em determinadas épocas do ano em um intervalo de 4-8 anos para cada commodity e os atualiza anualmente com estimativas de variação de preços, área e produção.

A obtenção do custo representativo em cada um dos dois países possui algumas diferenças metodológicas. Estas podem fazer com que o custo estimado pelo Departamento seja superior em até 25% quando comparado ao obtido pela Companhia (MENEGATTI, 2006).

A abordagem metodológica na mensuração dos custos se difere em vários componentes, com base nos documentos; “Custos de Produção Agrícola: A metodologia da Conab” (2010),

“Commodity Costs and Returns Estimation Handbook” AAEA Task Force (2000) e na tese da Ana Menegatti (2006), evidenciaremos algumas diferenças a seguir:

A) Operação com máquinas – Uma medida importante é o custo máquina por hora, que incorpora o dispêndio com os principais insumos da utilização desse equipamento em todas as fases da lavoura. Notadamente essa conta é realizada multiplicando a quantidade utilizada de insumo pelo seu preço de mercado coletado na região em análise. Para determinar a quantidade consumida de cada insumo, os chamados coeficientes técnicos, faz-se necessário uma estimativa que segue diferentes metodologias em cada país. A Conab incorpora esse custo ao item operações com máquinas, levando em consideração insumos como combustível, óleo lubrificante, salário e encargos sociais com a mão de obra do operador. De acordo com a revisão metodológica de 2009, o consumo de combustível é estimado como uma função da potência do motor. Para o motor a diesel a equação 1 representa esse montante.

$$c = 0,12 * P \quad (1)$$

Onde:

c – Consumo de combustível

P – Potência do motor

No caso do motor elétrico, o consumo de energia é considerado 75% da potência do motor. O custo com lubrificante e filtro são estimados em 10% do custo com combustível, portanto temos a seguinte relação:

$$Gc = c * Pc \quad (2)$$

Gc – Gasto com combustível

Pc – Preço do combustível

$$Gfl = Gc * 0,1 \quad (3)$$

Gfl – Gasto com filtro e lubrificante

Como a remuneração dos trabalhadores no Brasil é expressa em horas, é necessário dividir o salário do operador por 220, dessa forma é calculado salário por hora, considerando então uma jornada de trabalho de 8 horas por dia e 5 dias por semana. O salário é obtido através da moda da remuneração da função na região de pesquisa. Representado pela equação 4.

$$Sh = \frac{Sm}{220} \quad (4)$$

Sh – Salário hora

Sm – Salário mês

Dessa forma, a hora máquina pela metodologia da CONAB pode ser estimado pela equação 5.

$$Chm = Gc + Gfl + Sh \quad (5)$$

Onde:

Chm – Custo hora máquina

Para estimar o custo máquina hora, o USDA utiliza equações de engenharia para determinar os gastos com os insumos, coeficientes técnicos. Essas fórmulas estão presentes na metodologia que vigora no Departamento desde que as modificações propostas pela Força Tarefa da Associação Americana de Economia Agrícola (AAEA) foram aceitas em 1995. O consumo de combustível, no caso do motor a diesel, é determinado pela equação 6.

$$Fgph = HPR * \left(0,52 * \left(\frac{HPR}{HPM} \right) + 0,77 - 0,04 * \sqrt{738 * \frac{HPR}{HPM} + 173} \right) \quad (6)$$

Onde:

$Fgph$ – consumo de combustível em galões por hora

HPR – Potência equivalente requerida

HPM – Potência máxima

Uma estimativa geral do consumo de óleo lubrificante dada pelos padrões AAEA é de 0,01 a 0,25 litro por hora, dependendo do volume do cárter do motor. Um método detalhado relativo ao consumo de óleo para o tamanho do motor é dado pelos padrões AAEA como no caso do motor a diesel.

$$Oil = 0,00021 * HP * + 0,00573 \quad (7)$$

Oil – Consumo de óleo lubrificante em galões por hora

HP – Potência nominal do motor

Cabe ressaltar que não existe o item custo hora máquina nas contas do USDA, sendo que as contas descritas acima estão inseridas no item “combustível, lubrificantes e eletricidade”. Enquanto o salário possui um item dedicado. Portanto, o objetivo dessa seção, é apresentar a diferença na metodologia dos cálculos de mesmos insumos em atividades semelhantes, sem que necessariamente sejam apresentados na mesma forma na estrutura da conta.

B) Manutenção de máquinas e implementos - Outro fator que onera a operação com máquinas é o custo de manutenção destas, que inclui atividades como reparos, proteção contra ferrugem, deterioração entre outros. Novamente a diferença entre as metodologias deve ser evidenciada. No caso da Conab o custo de manutenção incide também no item operação com máquinas, juntamente com o custo hora, sendo determinado pela equação 8 no caso de manutenção para máquinas.

$$M = \frac{(0,01 * VN)}{VUh} \quad (8)$$

A equação 9 mensura a manutenção para os implementos agrícolas.

$$M = \frac{(0,008 * VN)}{VUh} \quad (9)$$

M – Gastos com manutenção

VN – Valor do bem novo

VUh – Vida útil em horas

Em relação ao Departamento, o custo com manutenção compõe o item “reparos” na estrutura da conta. O modelo criado por Rotz em 1987, apresentado na equação 10, determina o gasto em manutenção como uma função do tempo de uso, tipo da máquina e preço da máquina no estado.

$$C_{rmt} = (RF_1) \times (P_t) \times \left(\frac{Ht}{1000} \right)^{RF_2} \quad (10)$$

C_{rmt} - custo cumulativo total de reparação e manutenção no final do ano (hora) em dólares

P_t = preço de lista inicial da máquina em dólares nominais no final do ano (hora).

RF_1 – Fator de reparo 1.

RF_2 – Fator de reparo 2.

Ht – Uso acumulado da máquina em horas ao final do período t.

C) Depreciação - Refere-se a perda de valor e eficiência devido ao desgaste pelo uso, tempo e obsolescência tecnológica. O USDA obtém esse item através da diferença entre o valor novo e residual do bem dividida pela multiplicação da vida útil em horas pela utilização do equipamento no ano também em horas. O valor residual é uma porcentagem do bem novo obtido através de uma fórmula que leva em consideração as características de cada máquina. Esse custo está inserido no item substituição do capital. Para encontrar a depreciação temos a equação 11.

$$Depreciação = \left(\frac{VN - VR}{VUa * HUa} \right) * coeficiente máquina \quad (11)$$

No caso da CONAB, a depreciação também é calculada de forma linear, a diferença consiste nos valores de referência para estimar o valor residual do bem em questão.

$$Depreciação = \left(\frac{VN - VR}{VUa} \right) * HsTr \quad (12)$$

VN = Valor do bem novo

VR = Valor residual do bem

VU = Vida útil em anos

HsTr = Total de horas trabalhadas por hectare

D) Seguro de máquina e implemento – Para o USDA corresponde a razão da média entre valor do bem novo (VN) e residual (VR) e horas de utilização anual (HUa), multiplicada pela taxa de prêmio, conforme equação 13.

$$Seguro = \frac{VN + VR}{2} * T * \frac{Coeficiente\ máquina}{HUa} \quad (13)$$

A CONAB utiliza, como convenção, o preço médio do bem (divisão do preço do bem novo, VN, por 2) multiplicado pelo percentual de seguro estipulado (0,75%), dividido pela vida útil em horas (VUh) e multiplicado pela hora trabalhada (HT) efetivamente pela máquina e implemento, conforme equação 14.

$$Seguro = \left[\left(\frac{VN}{2} \right) * HT \right] * 0,75 \quad (14)$$

E) Remuneração do capital – A remuneração do capital para a CONAB é dada pela equação 15.

$$R = \left\{ \left[\frac{VN - Qm}{2} \right] * HsTr \right\} * J \quad (15)$$

VN - Valor do bem novo

Qm – Quantidade do bem

CAT - Capacidade anual de trabalho do bem em horas, definida como a razão entre a vida útil do bem em horas e a vida útil do bem em anos.

HsTr - Total de horas trabalhadas por hectare pelo bem, em uma safra, para realizar todas as tarefas, do preparo do solo à colheita, em uma dada lavoura.

J – Taxa de remuneração, atualmente a Companhia considera 6% ao ano

Para o Departamento a remuneração do capital é chamada por custo de oportunidade e está incluso no item substituição de capital, sendo estimada através da equação 16.

$$R = \frac{(VN + VR + D)}{\frac{2}{HUA}} * T \quad (16)$$

VN – Valor do bem novo

VR – Valor residual

HUa – Horas de utilização no ano

T – Taxa de remuneração, o USDA utiliza a taxa de poupança

D – Depreciação econômica

- F) Mão de obra - No caso da CONAB existe uma divisão entre mão de obra fixa e temporária, a segunda se refere a mão de obra utilizada em alguns serviços e remunerada por dia de trabalho, sendo o valor pago obtido por pesquisa de campo multiplicada pela quantidade utilizada durante o ciclo da cultura, no caso a soja. Para a mão de obra fixa é considerado o salário mínimo rateado por 100 hectares. Para o USDA a mão de obra se divide em contratada, temporária ou permanente, e familiar. Para estimar o custo utiliza-se dados pessoais do trabalhador em questão como nível de escolaridade, região, experiência, entre outros. Para o trabalho familiar, utiliza -se o custo de oportunidade mensurado pelo salário que esse trabalhador receberia em média em outras fazendas dadas suas características (MENEGATTI, 2006).
- G) Encargos sociais – São os oficiais que incidem sobre a mão de obra segundo a legislação vigente em cada país. No caso do Brasil podemos destacar o 13º salário, férias, contribuição ao Instituto Nacional de Seguro Social (INSS) e ao Fundo de Garantia por Tempo de Serviço (FGTS). No caso dos Estados Unidos, é contabilizado uma taxa de 6,2% do salário pago referente ao seguro social e 1,45% para o programa de saúde estatal.
- H) Juros – Para o USDA é calculado mensalmente para cada item até a colheita, utilizando a taxa comum de captação no mercado. Para a CONAB os juros incidem sobre o custeio sendo estimado a partir da taxa do crédito rural oficial e de fontes alternativas (MENEGATTI, 2006)

- D) Renda da terra – Para a CONAB a renda da terra é estimada como 3% do valor médio de venda da terra.

$$Rt = 0,03 * Vmt \quad (17)$$

Onde:

Rt – Renda da terra

Vmt – Valor médio de venda da terra

O Departamento considera a renda da terra uma o valor médio do arrendamento praticado na região.

Podemos destacar algumas semelhanças entre as metodologias, caso da determinação do custeio de alguns insumos como sementes, fertilizantes, inseticidas, fungicidas e herbicidas. Em ambos os casos, esses são obtidos pelo levantamento direto juntos aos produtores e calculados pela equação 18.

$$\frac{\sum \frac{Pi * Qi}{Ai}}{n} * I_u \quad (18)$$

Onde:

Pi – Preço do insumo i

Qi – Quantidade do insumo i

Ai – Área i

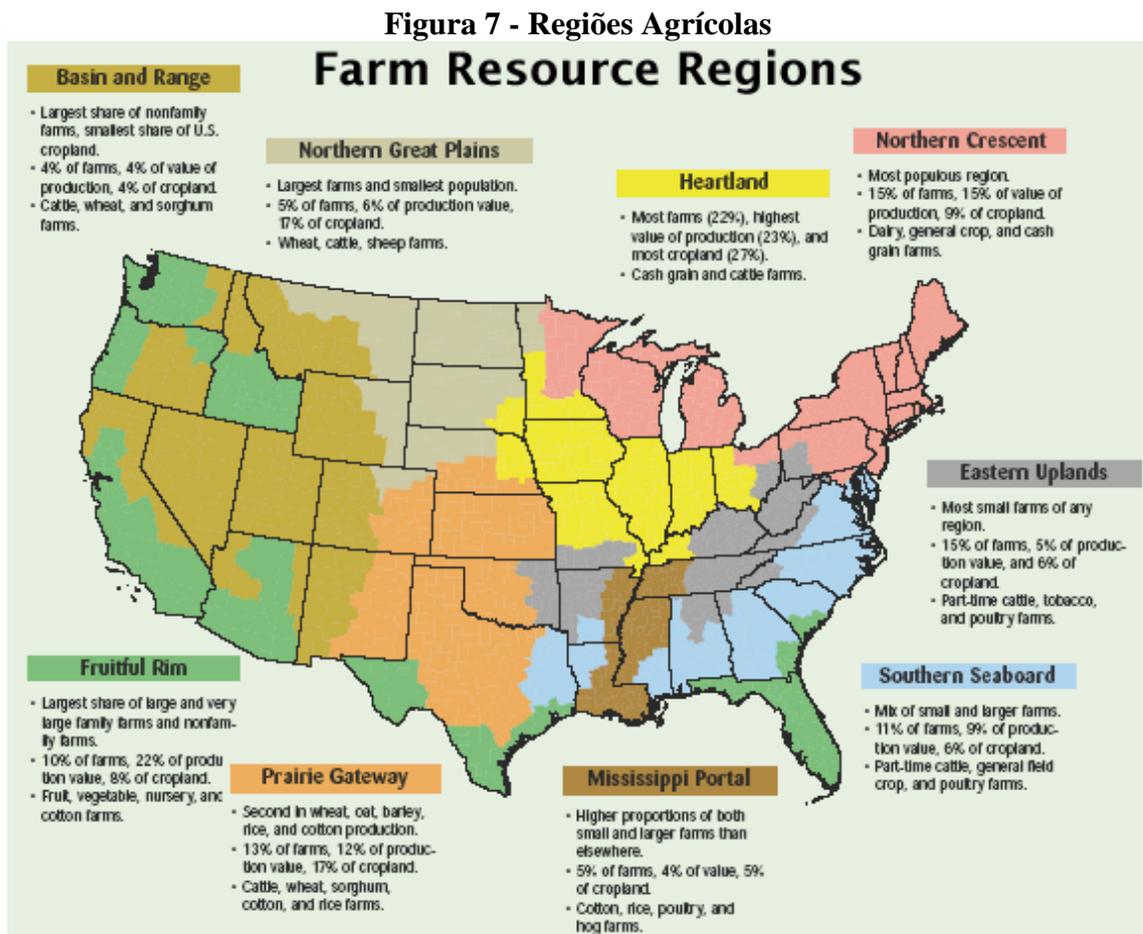
n – Número de produtores

I_u – Intensidade de uso

Em relação a benfeitorias e instalações a CONAB estima custos com depreciação, remuneração e seguro para esses bens. O USDA não considera custos com depreciação e remuneração para esse tipo de componente, apenas manutenção e seguro, sendo estes levantados via pesquisa junto aos produtores (MENEGATTI, 2006).

No que se refere as regiões de pesquisa, no caso da CONAB, os dados são apresentados por alguns municípios em cada um dos principais estados produtores. Por sua vez, o USDA apresenta seus dados em grandes regiões, conforme figura 7. Essas áreas foram agrupadas de

acordo com as práticas de produção e características de recursos similares. Para o caso específico da soja, os custos são apresentados para sete das nove regiões. O USDA informa apenas o custo de produção por acre, enquanto a Conab informa o custo de produção por hectare e por saca de 60 de quilos. Dessa forma um trabalho de padronização na apresentação dos dados será necessário para efeito de comparação. Alguns estados, com destaque para Minnesota, Nebraska e Ohio possuem seus territórios divididos entre duas ou mais regiões.



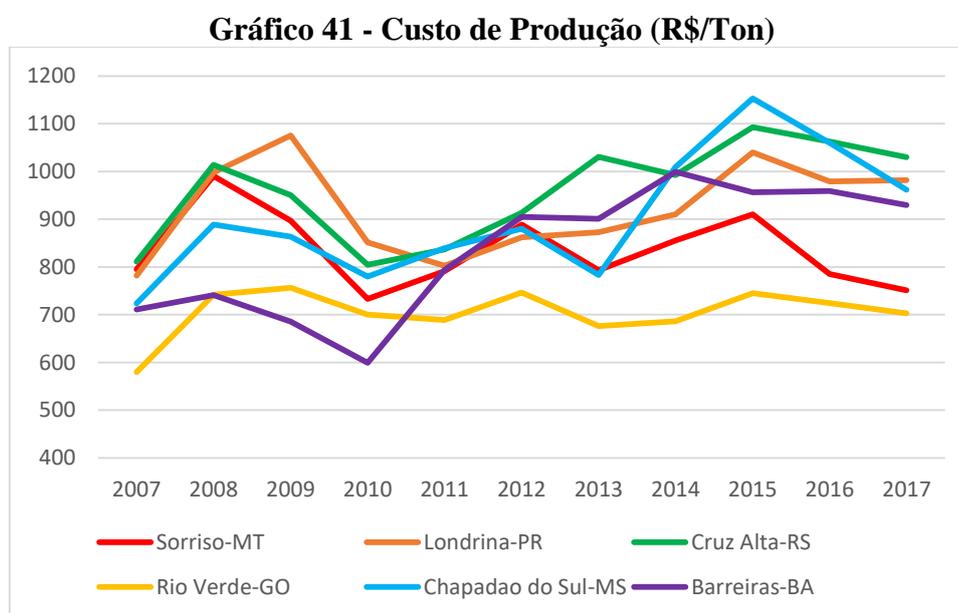
Fonte: ERS/USDA

4.1 Análise dos dados custo de produção

Em relação aos dados, ficará evidente que custo de produção da soja é inferior nos municípios, com dados disponíveis pela CONAB, localizados no centro oeste em relação ao sul, conforme gráfico 41. Isso acontece principalmente devido ao fato do custo de oportunidade da terra ser inferior no cerrado em relação ao sul. Enquanto em São Luiz Gonzaga no Rio Grande do Sul esse custo girava em torno de 25% do custo total em 2016, em Sorriso

no Mato Grosso se situava em torno de 2,12%. Dessa forma, o custo da terra é 16 vezes maior no RS em relação a Sorriso e 10 vezes maior no Paraná.

No entanto, o custo com fertilizantes é superior na região centro oeste, onde as terras são naturalmente menos férteis em relação ao sul. Em Sorriso, o custo com fertilizantes e agrotóxicos representa 60% do custo total, no Paraná o dispêndio com esses mesmos insumos representa aproximadamente 28% do total, enquanto no Rio Grande do Sul menos de 33%. O fato da maior parte de insumos como fertilizantes e agrotóxicos serem importados, faz com que o custo de produção possua uma estreita relação com a taxa de câmbio. Dessa forma momentos em que o câmbio se encontra apreciado, o custo de produção se reduz, e momentos em que a moeda nacional se enfraquece, podendo destacar o ano de 2015, o custo de produção aumenta.



Fonte: CONAB

Os valores do gráfico 41 foram deflacionados utilizando o IGP-DI da Fundação Getúlio Vargas, dessa forma todos os valores da série estão no nível de preços de outubro de 2017. Podemos perceber que desde 2011 a soja de Rio Verde (GO) possui o menor custo de produção entre as comparadas. Por outro lado, a cidade de Cruz Alta (RS) registrou o custo de produção mais elevado na última safra em 2017. É interessante abrir a estrutura da conta de custo de produção em cada uma dessas localidades para buscar compreender os itens que mais oneram os custos nas respectivas regiões.

A tabela 10 evidencia vários dos principais componentes que compõe o custo total da safra no ano de 2016 em alguns municípios dos principais estados produtores. Os valores da tabela 10 também foram deflacionados utilizando o IGP-DI para o nível de preços de 1 junho

de 2017. Para facilitar a posterior comparação com o custo de produção nos Estados Unidos, após a atualização monetária, foi aplicada a taxa de câmbio nominal vigente no dia 1 de junho de 2017 (US\$ 1,00 = R\$ 3,23), convertendo os valores para dólar.

O componente fertilizantes, representa o insumo que mais onera a produção na maioria das localidades analisadas, com exceção do Paraná. As lavouras do Sul possuem um dispêndio com fertilizantes e agrotóxicos inferior aos estados de outras regiões.

Tabela 10 - Custo com alguns itens na safra 2016 (US\$/Ton)

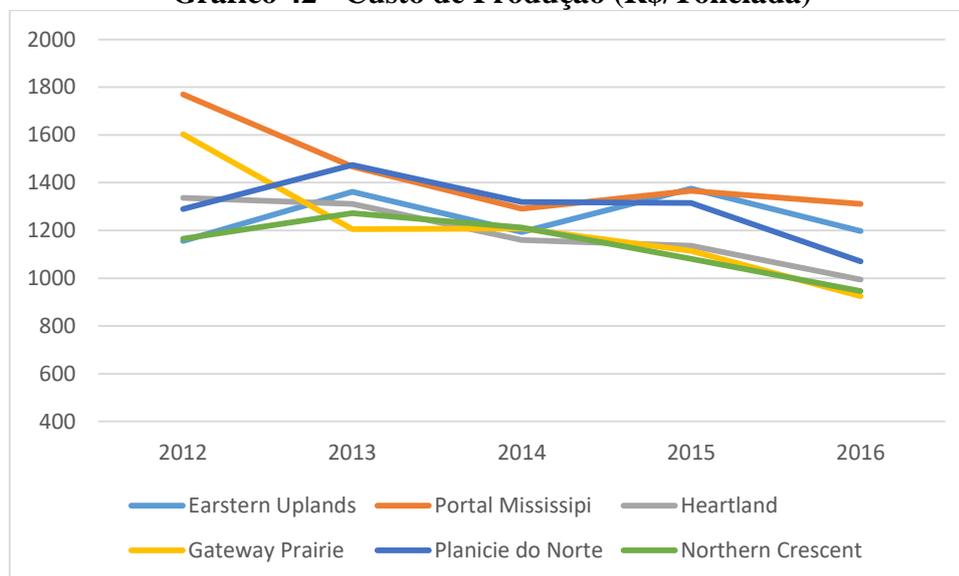
Componente	Sorriso MT	Rio Verde GO	Chapadão do Sul MS	Londrina PR	São Luiz Gonzaga RS	Barreiras BA	Unaí MG
Fertilizantes	73,08	53,82	85,99	28,10	51,80	64,82	65,35
Agrotóxicos	74,56	46,62	61,65	57,10	35,51	56,30	54,94
Sementes	17,09	26,62	25,45	25,29	30,69	12,96	21,01
Operação máquinas	11,75	8,73	12,54	34,08	23,97	13,23	22,76
Depreciação máquinas	6,72	4,71	4,66	8,57	6,61	4,81	5,13
Encargos sociais	0,00	1,16	0,26	3,33	9,58	0,63	0,63
Renda da terra	5,19	28,94	63,76	55,35	44,93	79,06	31,70
Remuneração do capital	7,25	5,45	9,84	13,55	13,70	9,26	5,77
Custo operacional	231,33	190,51	255,70	235,22	245,75	209,56	238,29
Custo total de produção	243,80	224,90	329,31	304,12	302,16	297,88	275,76

Fonte: CONAB

Outro destaque é o custo de oportunidade da terra como um dos componentes que mais oneram a produção. Podemos ressaltar inicialmente a grande variação existente no valor desse componente. O custo da terra por tonelada produzida em Barreiras é mais de 15 vezes superior em relação a Sorriso. Cabe se destacar o valor extremamente competitivo da terra em Sorriso, muito inferior a qualquer outra região. Deve-se evidenciar também o maior valor da terra nas cidades do Sul quando comparadas ao centro oeste, excetuando Chapadão do Sul. Em relação ao item “operação com máquinas”, o maior custo dessa atividade é verificado nos estados do Paraná e Rio Grande do Sul, sem que seja possível saber qual dos custos inseridos nesse

componente são os de maior relevância, no entanto, sabemos que o salário do operador está incluso nesse componente.

Gráfico 42 - Custo de Produção (R\$/Tonelada)



Fonte: USDA

O gráfico 42 apresenta o custo de produção de uma tonelada de soja nos últimos cinco anos em seis regiões produtoras dos Estados Unidos. As séries de preços foram atualizadas para 1 de junho de 2017 utilizando o índice de preços ao consumidor estimado pela Secretária de Estatísticas Trabalhistas dos Estados Unidos (BLS) que mensura a inflação no país desde 1913. Em seguida, os valores em dólar atualizados, foram convertidos em reais, utilizando a taxa de câmbio nominal vigente no dia 1 de junho. A região Gateway Prairie registrou o menor custo de produção na última safra, nesta não estão inseridos muitos estados produtores de soja, podemos destacar apenas Kansas e uma parte no sul de Nebraska. Por outro lado, o maior custo de produção foi registrado no Portal Mississipi, que compreende os produtores em menor escala do baixo Mississipi como Tennessee, Arkansas e Mississipi. Certamente as duas principais regiões em questão da escala de produção são Heartland e a Planície do Norte. Na primeira estão inseridos os principais estados produtores como Iowa, Illinois, Indiana, além do sul e leste de Minnesota e aproximadamente metade do território de Ohio. A segunda por sua vez, compreende os estados de Dakota do Norte, Dakota do Sul, a maior parte do território de Nebraska e o produtivo noroeste de Minnesota. O custo total de produção na última safra nessas duas regiões foi de R\$994,09/tonelada e R\$1070,22/tonelada, respectivamente.

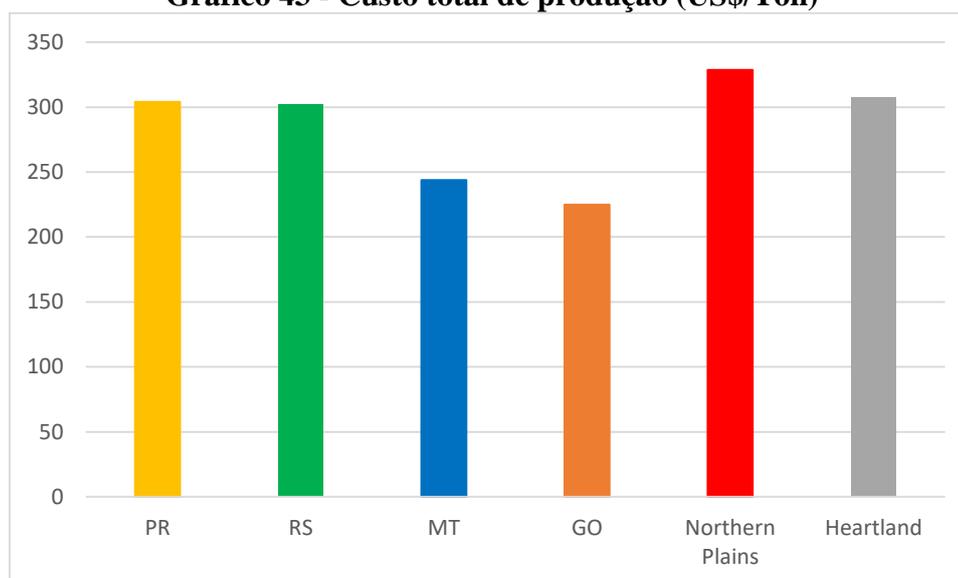
Tabela 11 - Custo com alguns itens na safra 2016 (US\$/Ton)

Componente	Heartland	Planície Norte	Crescente Norte	Portal Mississippi	Gateway Prairie	Terras altas do Leste
Fertilizantes	18,63	12,62	27,42	23,00	12,52	50,93
Agrotóxicos	18,42	14,33	15,77	34,66	19,86	22,05
Sementes	38,67	49,46	44,50	52,27	42,09	53,47
Combustível, lubrificante e eletricidade	6,23	8,77	6,94	23,81	10,65	9,29
Manutenção	12,80	23,63	13,90	31,60	19,63	16,54
Mão de obra contratada	1,27	2,13	1,29	11,60	0,97	4,05
Oportunidade Mão de obra não remunerada	11,47	13,82	13,66	23,52	13,69	22,01
Renda da terra	118,62	78,46	82,22	78,19	67,72	90,31
Remuneração capital	54,92	96,38	53,41	93,05	72,21	65,63
Custo operacional	101,89	117,16	118,20	178,79	113,14	160,87
Custo total de produção	307,77	328,62	292,69	405,88	286,14	370,59

Fonte: USDA

A tabela 11 apresenta os custos com os principais itens apresentados pela estrutura do USDA. Os valores também foram corrigidos para o nível de preços do dia 1 de junho de 2017 utilizando o índice de preços ao consumidor estimado pela Secretária de Estatísticas Trabalhistas dos Estados Unidos. Os estados de Iowa, Illinois, Indiana, Missouri, na região Heartland, se defrontam com um custo da terra muito elevado em comparação aos demais, mas ainda são competitivos em seus custos dentro dos Estados Unidos. O padrão de mão obra familiar domina em todas as regiões, basta compararmos os componentes custo de oportunidade da mão de obra e mão de obra contratada, que notamos o primeiro sendo superior em todas as regiões.

Nesse estágio podemos fazer comparações entre os custos de produção nos dois países. Notadamente o custo de produção nas principais regiões produtoras dos Estados Unidos é mais elevado em relação ao Mato Grosso e Goiás, se situando em nível um pouco mais aproximado em relação ao sul, conforme gráfico 43.

Gráfico 43 - Custo total de produção (US\$/Ton)

Fonte: USDA, Conab

Apesar do custo total de produção mais elevado nos Estados Unidos em relação ao Brasil, é interessante destacar o custo operacional mais baixo naquele país. Segundo a Conab, este engloba todos os itens da estrutura de contas, se diferenciando do custo total pela remuneração dos fatores (terra e capital). Pela metodologia do USDA, o custo operacional além da renda dos fatores, não inclui também os dispêndios com mão de obra (remunerada ou não remunerada), impostos e manutenção e reparos nas edificações agrícolas. No entanto, deve se ressaltar que o custo operacional nos Estados Unidos é inferior ao brasileiro mesmo se somássemos os outros itens, exceto a renda dos fatores, para padronizar o método de cálculo. Esse fato estilizado, evidencia o alto custo na remuneração dos fatores de produção (terra e capital) nos Estados Unidos em relação ao Brasil, como fator determinante para um custo total de produção mais elevado naquele país.

4.2 O custo de transporte em cada região

Em relação ao custo de transporte, a situação se inverte. O custo de locomover a oleaginosa até os portos é inferior nos Estados Unidos em relação ao Brasil quando restringimos a comparação a distâncias semelhantes. Esse fator reduz enormemente a competitividade da soja brasileira, que pelo custo de produção dentro da fazenda mais baixo, poderia obter uma rentabilidade superior aos produtores norte-americanos.

A tabela 12 apresenta custos em várias das principais rotas que foram descritas ao longo dos capítulos 2 e 3.

Tabela 12 - Preço do frete até os portos em rotas determinadas, safra 2016

Origem	Região portuária	Distância em linha reta (km)	Modal	Preço US\$/ (Ton.Km)
Londrina (PR)	Paranaguá	364	Rodoviário	0,058516
Cruz Alta (RS)	Rio Grande	421	Rodoviário	0,056532
St. Louis (MO)	Golfo	966	Rodo/Hidroviário	0,025776
Louisville (KY)	Golfo	1005	Rodo/Hidroviário	0,026289
Cincinnati (OH)	Golfo	1138	Rodo/Hidroviário	0,023243
Triângulo MG	Santos	497	Rodoviário	0,054527
Havana (IL)	Golfo	1152	Rodo/Hidroviário	0,026345
Rio Verde (GO)	Santos	836	Rodoviário	0,041507
Oeste BA	Ilhéus	696	Rodoviário	0,050718
Minneapolis (MN)	Golfo	1696	Rodo/Hidroviário	0,021545
Sorriso (MT)	Santarém	1129	Rodoviário	0,043933
Primavera do Leste (MT)	Santos	1252	Rodoviário	0,040974
Fargo (ND)	Tacoma	1936	Rodo/Ferrovário	0,033099
Grand Island (NE)	Portland	2030	Rodo/Ferrovário	0,031793
Sioux (SD)	Tacoma	2041	Rodo/Ferrovário	0,031921
Minneapolis (MN)	Portland	2293	Rodo/Ferrovário	0,02853
Sorriso (MT)	Santos	1611	Rodoviário	0,046865

Fonte: Sifreca/ESALQ e AMS/USDA

Analisando os dados acima, fica claro que a relação custo tonelada/quilometro é inferior nos Estados Unidos, onde a oleaginosa percorre distâncias maiores com um dispêndio inferior em relação ao Brasil, onerando o processo de comercialização da produção nacional. A intensa utilização da intermodalidade no caso norte americano é o grande responsável por esse fato, sendo que nem mesmo uma moeda mais fraca, é capaz de dissipar a diferença. Enviar uma tonelada de Minneapolis até o porto de Nova Orleans apresenta menos da metade do custo de locomover uma tonelada do grão de Sorriso a Santos, quando a rota pelo rio Mississippi está disponível para essa região, uma vez que durante o fim do quarto semestre e início do primeiro semestre do ano, devido a condições naturais não é possível fazer esse trajeto por rio (SALIN, 2016).

O frete marítimo é o último componente para se chegar ao custo total de transporte e o custo total da atividade, usaremos os preços para os dois principais destinos da oleaginosa no mercado internacional, China e União Europeia, com a origem do movimento nas principais regiões portuárias de Brasil e Estados Unidos.

Tabela 13 - Valor frete marítimo nas principais regiões portuárias em 2016 (US\$/Ton)

Região Portuária	China	União Europeia
Santos	16,63	18,13
U.S. Golfo	26,65	13,83
PNW	14,90	-
Santarém	23,75	19,80
Paranaguá	18,13	18,38
Rio Grande	17,25	18,13
São Luís	19,48	11,71

Fonte: USDA

Como amplamente evidenciado, a utilização dos portos na costa do Pacífico (PNW) nos Estados Unidos para o envio da oleaginosa, se dá pelas remessas para a Ásia, sobretudo a China, devido ao baixo valor do frete marítimo em relação aos portos do Golfo, que possui o maior valor de frete marítimo entre todas as regiões pesquisadas, sendo uma boa opção de acordo com a localização de origem do movimento interno. Em relação ao Brasil, percebe-se que o porto de Santarém possui um custo de envio para a China superior aos demais, devido a sua posição geográfica (SALIN, 2016). Nesse sentido a rentabilidade da utilização dessa rota está diretamente condicionada a redução do custo interno de transporte até a instalação portuária, fator que segundo a tabela 3 é uma realidade para o norte de Mato Grosso. O porto de São Luís se destaca pelo preço extremamente competitivo para remessas destinadas a Europa, sendo uma opção palatável para envios a esse destino.

Finalmente podemos comparar o custo total, incluindo produção e transporte interno e marítimo das principais regiões ofertantes e demandantes de soja no mercado mundial. A tabela 14 apresenta esses valores.

Tabela 14 - Custo total remessas para a China (US\$/Ton)

Região de origem	Rota utilizada	Principal modal	Custo total (US\$)
Rio Verde (GO)	Santos	Rodoviário	276,23
Rio Verde (GO)	Paranaguá	Rodoviário	286,83
Sorriso (MT)	Santarém	Rodoviário	317,15
Cristalina (GO)	Santos	Rodoviário	321,84
Balsas (MA)	São Luís	Rodoviário	325,76
Sorriso (MT)	Santos	Rodoviário	335,93
São Luiz Gonzaga (RS)	Rio Grande	Rodoviário	339,01
Londrina (PR)	Paranaguá	Rodoviário	343,55
St Louis (MO)	Golfo	Hidroviário	359,32
Kansas	Golfo	Ferrovário	360,52
Cincinnati (OH)	Golfo	Hidroviário	360,87
Havana (IL)	Golfo	Hidroviário	364,77
Grand Island (NE)	PNW	Ferrovário	365,58
Davenport (IA)	Golfo	Hidroviário	367,32
Minneapolis (MN)	Golfo	Hidroviário	370,96
Minneapolis (MN)	PNW	Ferrovário	388,09
Primavera do Leste (MT)	Santos	Rodoviário	388,09
Champaign-Urbana (IL)	Golfo	Ferrovário	389,10
Council Bluffs (IA)	Golfo	Ferrovário	389,47
Primavera do Leste (MT)	Paranaguá	Rodoviário	391,87
Fargo (ND)	PNW	Ferrovário	407,60
Sioux Falls (SD)	PNW	Ferrovário	408,67

Fonte: AMS/USDA e Sifreca/ESALQ

O custo total das tabelas 14 e 15 possuem a equação 19.

$$\begin{aligned} \text{Custo total} &= \text{Custo de produção dentro da fazenda} \\ &+ \text{Preço do frete até os portos} + \text{Valor frete marítimo} \end{aligned} \quad (19)$$

A tabela 14 apresenta o custo total no caso das remessas das principais regiões produtoras de Brasil e Estados Unidos para a China ao longo do ano de 2016. Para o Brasil, os valores correspondem ao frete rodoviário e os dados são extraídos do Sistema de Informações

de Fretes (SIFRECA) da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ), uma das unidades da Universidade de São Paulo (USP). Em relação aos Estados Unidos, os dados utilizados foram retirados da Agricultural Marketing Service (AMS) que faz parte do USDA. Em relação aos fretes, logicamente os itens descritos como hidroviário e ferroviário, na verdade se referem a rodohidroviário e rodoferroviário respectivamente. Uma vez que o transporte nas “pontas” é feito sempre pelo modal rodoviário, que possui a flexibilidade como sua grande característica.

Tabela 15 - Custo total remessas para a Europa (US\$/Ton)

Região de origem	Rota utilizada	Modal	Custo total (US\$)
Rio Verde (GO)	Santos	Rodoviário	277,73
Rio Verde (GO)	Paranaguá	Rodoviário	287,08
Sorriso (MT)	Santarém	Rodoviário	308,39
Balsas (MA)	São Luís	Rodoviário	317,99
Cristalina (GO)	Santos	Rodoviário	323,34
Sorriso (MT)	Santos	Rodoviário	337,43
São Luiz Gonzaga (RS)	Rio Grande	Rodoviário	339,89
Londrina (PR)	Paranaguá	Rodoviário	343,80
St Louis (MO)	Golfo	Hidroviário	346,50
Kansas	Golfo	Ferrovário	347,70
Cincinnati (OH)	Golfo	Hidroviário	348,05
Havana (IL)	Golfo	Hidroviário	351,95
Davenport (IA)	Golfo	Hidroviário	354,50
Minneapolis (MN)	Golfo	Hidroviário	358,14
Champaign-Urbana (IL)	Golfo	Ferrovário	376,28
Council Bluffs (IA)	Golfo	Ferrovário	376,65
Primavera do Leste (MT)	Santos	Rodoviário	389,58
Primavera do Leste (MT)	Paranaguá	Rodoviário	392,03

Fonte: AMS/USDA e Conab

Percebe-se que o custo total no Brasil é inferior ao dispêndio nos Estados Unidos, esse panorama é possível devido a um custo inferior dentro da fazenda conforme foi evidenciado na comparação entre as tabelas 10 e 11. Dessa forma, mesmo que o custo de se transportar uma

tonelada por quilometro internamente seja substancialmente mais elevado no Brasil, o custo total é superior nos Estados Unidos.

Em relação as remessas para a Europa, a diferença é inferior, isso devido ao fato do escoamento norte americano para esse destino ser realizado majoritariamente pelos portos do Golfo. O fato da maior parte da soja que chega a essa região portuária ser transportada pela hidrovía no rio Mississipi, contribui de forma determinante, uma vez que esse modal é muito mais eficiente em relação a qualquer outro (COSTA, 2008). Além do mais, o frete marítimo para a Europa é muito competitivo com envios originados nessa região, sendo que apenas remessas a partir de São Luís apresentaram frete com menor custo para a Europa. Ainda podemos destacar a menor distância interna entre as rotas selecionadas e os portos do Golfo, quando comparado às principais rotas de escoamento pelo PNW.

Em relação aos envios para a China, fica evidente a grande distância dos portos do Pacífico e as regiões produtoras que os abastecem, fazendo com que a diferença nos custos de transporte interno se dissipem em algum grau. A distância de Minneapolis até Portland em Oregon é superior a distância de Sorriso a Santos em 682 km. Em relação a distância entre as localidades produtoras nas Dakota do Norte e do Sul, Nebraska aos portos do Pacífico, essas também são superiores a distância das regiões produtoras de Mato Grosso aos portos do sudeste, superando em mais de 350 km, em relação a Santos. Acerca das remessas para a China oriundas do Golfo, o frete marítimo é o maior diferencial negativo, isso devido ao fato de ser o maior preço nessa rota entre todas as origens pesquisadas. Esse valor é substancialmente superior aos portos do sudeste, o custo de se enviar uma tonelada de soja do porto de Nova Orleans para Shangai é 60,25% superior ao dispêndio desse mesmo envio originado em Santos, contribuindo para reduzir o efeito da diferença no custo de transporte interno.

4.3 Rentabilidade nas diversas regiões produtoras

Para se analisar a rentabilidade da atividade utilizaremos a média dos preços médios mensais da soja do ano de 2016 na bolsa de Chicago corrigidos pelo índice de inflação norte americano para o dia 1 de junho de 2017. Dessa forma, o preço encontrado para a tonelada foi de US\$ 369,55.

O lucro total é calculado através da equação 20.

$$\pi = P \times Q - CT * Q \quad (20)$$

π – Lucro total

P – Preço de mercado

CT – Custo total por tonelada

Q – Quantidade em toneladas

Vamos analisar o custo relacionado a produção e envio de soja para os dois principais demandantes, China e União Europeia, oriundo de estados distintos nos dois principais ofertantes, Brasil e Estados Unidos, para a safra do ano de 2016.

Para o Brasil as quantidades enviadas por estado a cada um dos dois destinos e a rota interna utilizada foram facilmente obtidas pelo sistema Alice Web, do MDIC. Os custos de produção e transporte em cidades no mesmo estado variam substancialmente, além do mais, a disponibilidade de dados se restringe a um pequeno número de municípios, no máximo dois por estado, e algumas rotas. O custo total por tonelada em estado, exibido na tabela 16, será obtido a partir da ponderação da participação da cidade na soma da produção dos municípios com dados disponíveis pela Conab na respectiva unidade da federação. Em relação as rotas, será realizado o mesmo procedimento de ponderação de acordo com a utilização destas, restringindo as rotas que possuem dados disponíveis no Sifreca, compatíveis com a origem. Tendo como exemplo a China, podemos expressar a equação utilizada para cálculo do custo estadual da seguinte forma:

$$CT = \sum_{j=1}^{j=n} \left[\left(CT_{1j} * \frac{Q_1}{\sum Q_i} + CT_{2j} * \frac{Q_2}{\sum Q_i} \right) * \frac{Q_j}{\sum Q_j} \right] \quad (21)$$

Onde:

CT – Custo total do comércio de soja do estado com a China

CT_{1j} – Custo total do comércio de soja do município 1 com a China, utilizando a rota j

Q_1 – Quantidade produzida no município 1

$\sum Q_i$ – Soma da quantidade produzida nos i municípios com dados de custo da Conab e com preço de frete para a rota j disponibilizados pela sifreca

CT_{2j} – Custo total do comércio de soja do município 2 com a China, utilizando a rota j

$\sum Q_j$ – Quantidade de soja enviada do estado para a China pelas j rotas com dados sobre preço do frete disponibilizados pelo Sifreca

Q_j – Quantidade de soja oriunda do estado enviada para a China pela rota j

n – Número de rotas com preço de frete disponibilizados pelo Sifreca

Estados com dados disponíveis apenas para um município foram representados por estes, caso de Minas Gerais e Maranhão.

Tabela 16 - Custo total para a China em 2016 (US\$/Ton)

Estado	Custo
Goiás	294,41
Minas Gerais	319,49
Maranhão	325,76
Paraná	343,55
Mato Grosso	349,05
Rio Grande do Sul	357,54

Fonte: Conab e Sifreca

Utilizando os custos da tabela 16 poderemos finalmente calcular o lucro líquido decorrente da venda de soja para a China em vários estados brasileiros. O preço utilizado para se calcular a receita bruta, será o descrito anteriormente, baseado na cotação da bolsa de Chicago no ano de 2016.

Tabela 17 - Resultado do comércio de soja com a China por estado (US\$)

Estado	Quantidade (t)	Receita	Custo	Lucro
Goiás	2.781.661,05	1.027.962.841,40	818.948.829,73	209.014.011,30
Mato Grosso	9.669.724,24	3.573.446.776,56	3.375.217.245,97	198.229.346,92
Paraná	7.111.926,30	2.628.212.363,43	2.443.302.280,37	184.910.083,80
Rio Grande do Sul	8.280.180,26	3.059.940.614,71	2.960.495.650,16	99.444.964,92
Minas Gerais	1.824.378,30	674.199.001,87	582.870.623,07	91.328.377,70
Maranhão	513.740,51	189.852.804,36	167.356.108,54	22.496.696,93

Fonte: Conab, MDIC, Bolsa de Chicago

O destaque negativo ficou para o Rio Grande do Sul, que apesar da grande escala de transação, possui um lucro bem abaixo de outros estados, devido ao fato de possuir o maior custo total entre as unidades da federação comparadas, conforme evidenciado na tabela 16. Por sua vez, Goiás é o destaque positivo possuindo o maior lucro líquido entre os estados, mesmo operando em uma escala substancialmente inferior quando comparado a outros. Esse comportamento só pôde ser verificado devido a grande eficiência no custo total dos goianos.

Dessa forma, o estado possui um lucro por tonelada substancialmente superior aos outros, sendo esta inclusive uma variável interessante para ser evidenciada, a tabela 18 expõe estes dados.

Tabela 18 - Lucro total por tonelada de soja comercializada com a China (US\$)

Estado	Lucro
Goiás	75,14
Minas Gerais	50,06
Maranhão	43,79
Paraná	26,00
Mato Grosso	20,50
Rio Grande do Sul	12,01

Fonte: Conab, Mdic, Bolsa de Chicago

O conjunto desses resultados confirma que a soja comercializada do Brasil com a China, remunera o custo total de produção, incluindo os custos fixos, mesmo que quando comparamos as cidades isoladamente a conclusão seja diferente, com alguns municípios apresentando um custo total de produção superior ao preço, caso de Primavera do Leste (MT) e Cruz Alta (RS). O mesmo procedimento será feito para a União Europeia, para conhecermos o lucro total do comércio de soja com o bloco dos países e até mesmo para tecermos comparações. A tabela 19, evidencia o custo total do comércio de soja com a União Europeia por estado de origem do produto.

Tabela 19 - Custo total para a União Europeia em 2016 (US\$/Ton)

Estado	Custo
Goiás	294,56
Maranhão	317,99
Mato Grosso	318,89
Minas Gerais	320,99
Paraná	343,80
Rio Grande do Sul	358,42

Fonte: Conab, Mdic e Bolsa de Chicago

Podemos destacar o ganho de competitividade do Mato Grosso no comércio com a União Europeia em relação as transações com a China. Isso acontece devido ao fato da maior utilização dos portos do arco norte nas remessas para os europeus, possibilitando redução de

custos no transporte interno, sem que haja grande variação em direção contrária no valor do frete marítimo, para anular o efeito. Inclusive, o desempenho do Maranhão é apoiado em termos pelo fato do frete marítimo do porto de São Luís para a Europa ser o menor entre todos os portos com dados disponíveis no Brasil ou Estados Unidos. Com exceção do Mato Grosso e Maranhão, os outros estados se mostraram mais eficientes no comércio com a China.

Tabela 20 - Resultado do comércio com a UE por estado em 2016 (US\$)

Estado	Quantidade	Receita bruta	Custo total	Lucro
Mato Grosso	2.750.779,19	1.016.550.451,14	877.195.977,17	139.354.473,97
Maranhão	255.665,13	94.481.049,53	81.298.955,32	13.182.094,21
Goiás	108.214,83	39.990.790,06	31.875.760,03	8.115.030,03
Minas Gerais	98.338,28	36.340.911,74	31.565.604,82	4.775.306,93
Paraná	137.920,01	50.968.338,96	47.416.898,75	3.551.440,21
Rio Grande do Sul	68.486,11	25.309.040,47	24.546.790,11	762.250,36

Fonte: Conab, Mdic e Bolsa de Chicago

A diferença na dinâmica de comércio com a União Europeia fica evidenciada na tabela 20, o Maranhão ocupa a segunda colocação em lucro líquido e quantidade enviada mesmo com uma escala de produção muito inferior a Paraná e Rio Grande do Sul. Sendo esse arranjo notadamente propiciado pela localização geográfica, segundo dados do MDIC, em 2016, 95,5% dos envios de soja do Mato Grosso para a União Europeia foram realizados pelos portos do arco norte. Dessa forma confirma-se uma segmentação no mercado externo da soja, enquanto o Rio Grande do Sul, concentra sua exportação basicamente na China, os estados ao norte, possuem remessas com destinos mais diversificados.

Em relação aos Estados Unidos, o tratamento dos dados foi distinto. O país não disponibiliza uma ferramenta que permite o acompanhamento da carga desde a origem até os portos como o Alice web. O USDA, até possui em seu site um banco de dados que informa o volume financeiro da exportação de diversas culturas por estado, mas, segundo a metodologia⁵ do Departamento, essa ferramenta não possui qualquer compromisso com a origem da carga, sendo uma estimativa baseada apenas em recibos agrícolas nos caixas das fazendas. Isso significa que se um estado é responsável por 30% da receita agrícola da soja nos Estados Unidos, o Departamento atribui a esse estado o mesmo percentual na participação das exportações, sem que necessariamente o produto desse estado tenha sido realmente exportado.

⁵ Ver <https://www.ers.usda.gov/data-products/state-export-data/documentation/>

Essa situação obviamente não é desejada em um estudo que busca analisar o efeito do custo de transporte na rentabilidade da atividade sojícola. Dessa forma, para traçar o fluxo interno da oleaginosa nos Estados Unidos, além da bibliografia já citada anteriormente no capítulo 3, foi necessário o levantamento de dados para realizar uma estimativa que possua maior aderência ao contexto do mercado de soja nos Estados Unidos e suas atividades interligadas, como a pecuária. Portanto, o fluxo estadual de soja foi determinado pela equação 22.

$$Q_i = Y_i - \left[\left(\frac{C_i}{\sum C_i} * P_j \right) + E_i \right] \quad (22)$$

Onde:

Q_i - Quantidade de soja exportada pelo estado i

Y_i - Produção de soja no estado i

C_i - Capacidade de processamento da planta industrial do estado i

$\sum C_i$ - Capacidade total de processamento dos i estados da região j

P_j - Quantidade de soja processada na região j

E_i - Estoque de soja ao final do período no estado i

Em relação as variáveis, a produção de soja por estado é disponibilizada pelo NASS. A capacidade de processamento da planta industrial por estado foi obtida junto a Soy Transportation Coalition, que reúne as associações de produtores de soja dos principais estados ofertantes. A quantidade processada de soja é disponibilizada pelo NASS por regiões, sendo que os únicos estados com dados dedicados são Iowa e Illinois. Os dados sobre o nível de estoque também foram obtidos do NASS, e são referentes ao dia 1 de setembro que marca a virada do ano de mercado para a oleaginosa nos Estados Unidos.

Para traçar a direção do fluxo foram utilizadas duas publicações que abordavam esse tema, “Farm to Market: A Soybean’s Journey From Field To Consumer” preparado pela Informa Economics, além do relatório “State Grain Rail Statistical Summary” produzido pelo Agricultural Marketing Service (AMS) do USDA. Para o movimento marítimo, o United States Census Bureau disponibiliza o volume embarcado por país de destino em cada porto. Como o estudo tem o foco no comércio de soja em grão com a China e a União Europeia, foram encontradas as proporções de soja enviada para esses destinos em cada uma das duas principais regiões portuárias dos Estados Unidos, Golfo e Mississippi. Essas proporções foram aplicadas

a quantidade estimada de soja oriunda de cada estado que desembarca no porto em questão, sendo definido dessa maneira o movimento desde o estado de origem até o país de destino.

Em relação ao custo total por estado, esse foi obtido através dos dados do USDA, como vários estados usam mais de uma rota e podem enviar a carga por hidrovia ou ferrovia para Nova Orleans, nesse caso foi necessária uma ponderação devido a variação dos custos decorrente da utilização de cada modal. Nesse caso, a quantidade enviada em cada característica descrita foi obtida tendo como base o fluxo traçado.

Tabela 21 - Custo total para a China em 2016 (US\$/Ton)

Estado	Custo total
Missouri	359,32
Kansas	360,52
Kentucky	360,84
Illinois	368,33
Nebraska	376,39
Iowa	378,11
Ohio	378,55
Indiana	378,57
Minnesota	382,65
Dakota do Norte	407,60
Dakota do Sul	408,67

Fonte: USDA

A tabela 21 exhibe o custo total da comercialização de soja com a China em vários estados americanos. As regiões que utilizam a hidrovia do Mississippi em maior escala como Missouri, Kentucky e Illinois estão entre as que possuem menor custo total, evidenciando a já destacada vantagem desse modal em relação as ferrovias. Estados mais distantes dos portos, conforme tabela 12, como Minnesota, Dakota do Norte e Dakota do Sul, são os com dispêndios mais elevados. Para Dakota do Norte e Dakota do Sul, os custos são maiores também dentro da fazenda, já que se localizam em uma outra região em relação aos principais produtores de acordo com a figura 7, sendo que essa área possui um padrão de custo interno mais elevado.

É importante realizar a comparação entre os custos totais de Brasil e Estados Unidos, nesse caso podemos perceber que o Rio Grande do Sul, que possui o maior custo entre os estados brasileiros, apresenta um dispêndio total menor que o Missouri, que registrou o menor

custo entre os estados norte-americanos. Esse fato deixa claro que mesmo possuindo um dispêndio com frete relativamente inferior ao Brasil, o custo total nos Estados Unidos é superior.

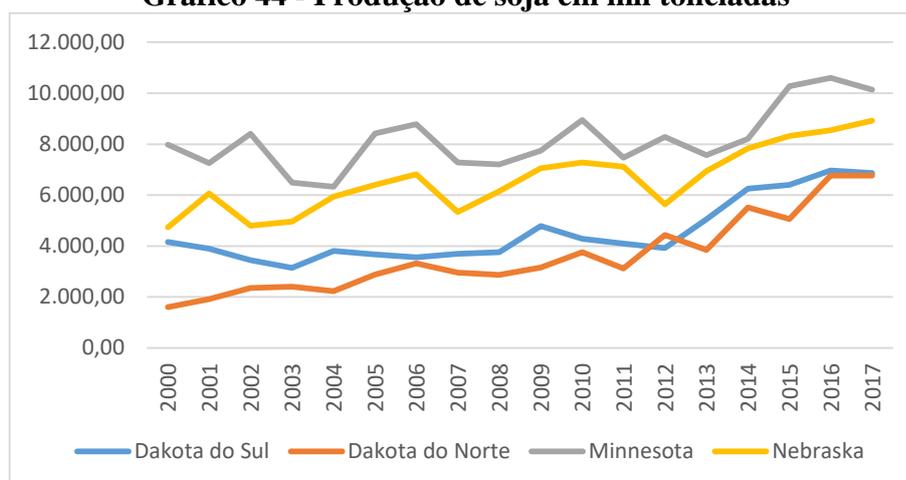
Tabela 22 - Resultado do comércio com a China por estado em 2016 (US\$)

Estado	Quantidade	Receita bruta	Custo total	Lucro líquido
Missouri	1.861.131,01	687.780.964,45	668.741.594,23	19.039.370,22
Kansas	1.406.301,87	519.698.856,16	506.999.950,27	12.698.905,89
Illinois	5.179.681,19	1.914.151.183,02	1.907.819.568,79	6.331.614,23
Kentucky	581.212,62	214.787.122,07	209.724.760,19	5.062.361,88
Indiana	299.584,86	110.711.583,79	113.415.806,75	-2.704.222,96
Iowa	1.049.051,34	387.676.921,85	396.657.139,03	-8.980.217,18
Ohio	1.211.166,90	447.586.726,06	458.489.616,41	-10.902.890,35
Nebraska	2.584.045,85	954.934.143,17	972.622.210,71	-17.688.067,55
Minnesota	2.882.715,49	1.065.307.509,71	1.103.086.048,74	-37.778.539,03
Dakota do Sul	5.235.249,67	1.934.686.516,97	2.139.497.126,53	-204.810.609,56
Dakota do Norte	5.958.324,80	2.201.898.928,05	2.428.636.617,45	-226.737.689,41

Fonte: USDA, United States Census Bureau

O resultado da tabela 22 certamente é surpreendente, uma vez que a receita obtida por diversos estados não é suficiente para cobrir os custos de produção e comercialização da oleaginosa. Em um cenário em que a atividade apresenta retornos negativos, o esperado seria que a oferta desse bem reduzisse, mas no caso da soja, o que nós evidenciamos ao longo de todo o trabalho e podemos demonstrar para os estados que apresentaram déficit foi um aumento robusto da oferta nos últimos anos, conforme gráfico 44, sendo este um paradoxo interessante.

Dessa forma, a explicação encontrada para esse comportamento é a análise pela ótica do custo operacional, que representa todos os gastos efetivamente desembolsados pelo produtor, podendo tratar a remuneração dos fatores de produção como um resíduo, que somado ao custo operacional, nos apresenta o custo total descrito na análise acima. No custo operacional total (COT) estão inclusos todos os custos variáveis e uma parcela do custo fixo que está diretamente ligado a produção, como dispêndio relacionado ao custo de oportunidade da mão de obra familiar, depreciação de máquinas e benfeitorias, encargos, além de impostos e taxas (MATSUNAGA et.al, 1976).

Gráfico 44 - Produção de soja em mil toneladas

Fonte: USDA

Podemos ainda destacar o conceito de custo operacional efetivo (COE) que se difere do custo operacional total pela não inclusão de diversos itens como depreciação de máquinas e implementos, encargos, assistência técnica, seguros e juros (MARTIN, et al, 1998).

Segundo Matsunaga (1976),

A análise dos componentes dos custos faz-se necessária, então, tendo em vista que a decisão do empresário em permanecer ou não numa atividade onde seus custos são superiores ao preço do produto, se fundamenta no montante dos custos variáveis. Teoricamente, desde que o preço do produto cubra o custo variável médio, o produtor tem condições de continuar produzindo, a curto prazo.

Cabe ressaltar que o custo variável médio é sempre inferior ao custo operacional total, dessa forma podemos encarar o lucro operacional como o montante existente para remunerar os fatores de produção no campo: terra e capital, sendo que o produtor que apresenta superávit nessa conta pode permanecer e intensificar a atividade se julgar pertinente (MATSUNAGA et al, 1976).

No cerne dessa questão se encontra a dificuldade metodológica para se estimar o custo fixo, com destaque para a remuneração dos fatores de produção: terra e capital. A análise baseada no custo operacional busca se aproximar da realidade dos produtores, contornando o alto grau de subjetividade que pode estar associado a estimação da remuneração dos fatores, incluso no custo fixo. Como foi evidenciado no início deste capítulo, as diferenças metodológicas existem inclusive entre as diferentes instituições que possuem a função de mensurar os custos de produção de estabelecimentos agrícolas, sobretudo para itens de custeio indireto. Podemos então, atribuir a rentabilidade pela ótica do custo operacional, como um

método em que o próprio produtor é o responsável pelo critério utilizado para mensurar o dispêndio para os fatores de produção.

Dessa forma para calcular o lucro operacional, a grande diferença é a substituição do custo total pelo custo operacional total (COT) na fórmula convencional de lucro (MARTIN, et al, 1998). Como na estrutura de contas do USDA, é apresentado apenas o custo operacional efetivo, será necessário somar os itens que o diferencia do custo operacional total, trabalho assalariado, trabalho familiar, impostos, taxas e manutenção de benfeitorias, com finalidade de padronização.

Agora iremos realizar o mesmo procedimento anterior, só que analisaremos pela ótica do custo operacional total agregando depois o transporte externo como fizemos com o custo total. Esse padrão também nos elucidará informações interessantes acerca da atividade sojícola, para agregar em uma posterior discussão de comparação interestadual e internacional.

Tabela 23 - Custo operacional total comercialização com a China (US\$/Ton)

Estado	Custo Operacional Total (COT)
Goiás	250,12
Paraná	274,65
Rio Grande do Sul	279,95
Minas Gerais	282,02
Maranhão	292,69
Mato Grosso	329,56

Fonte: Conab, Mdic e Bolsa de Chicago

A tabela 23 exibe informações interessantes, o destaque negativo é a perda de competitividade do Mato Grosso quando comparamos o custo operacional dos estados. Por outro lado, podemos considerar como os destaques positivos, os estados do Sul, que ganham competitividade nessa análise. Esse comportamento exibe a grande diferença na remuneração dos fatores entre as regiões, sugerindo que o baixo custo de produção no Mato Grosso se ampara principalmente no baixo custo da terra, o que pode ser verificado consultando a tabela 10. Maranhão e Minas Gerais também perdem posições por essa análise. Enquanto isso, Goiás segue com os menores custos do Brasil. Obviamente, o resultado de lucratividade dessa atividade também se altera, conforme podemos ver na tabela 24.

Tabela 24 - Resultado do comércio de soja com a China pelo custo operacional (US\$)

Estado	Quantidade	Receita bruta	Custo operacional total	Lucro operacional
Rio Grande do Sul	8.280.180,26	3.059.940.615,08	2.318.036.463,79	741.904.151,30
Paraná	7.111.926,30	2.628.212.364,17	1.953.290.558,30	674.921.805,87
Mato Grosso	9.669.724,24	3.573.446.592,89	3.186.754.320,53	386.692.272,36
Goiás	2.781.661,05	1.027.962.841,03	695.749.061,83	332.213.779,20
Minas Gerais	1.824.378,30	674.199.000,77	514.511.168,17	159.687.832,60
Maranhão	513.740,51	189.852.805,47	150.366.709,87	39.486.095,60

Fonte Conab, Mdic

Dessa forma podemos mostrar que o lucro operacional é superior nos estados do Sul, sendo essa a quantia disponível para remunerar os fatores fixos, a cargo dos produtores agrícolas. O custo operacional possui também a vantagem de expor em maior grau o peso da ineficiência de transporte. Segundo os dados da Conab, o custo operacional dentro da fazenda é inferior em Sorriso em relação a Londrina, Cruz Alta ou São Luiz Gonzaga, no entanto o custo de transporte para os portos atua de tal forma, que o custo operacional total, acaba superior para os produtores de Sorriso. Quando realizávamos essa mesma comparação utilizando o custo total de produção, o baixo preço da terra em Sorriso, atuava de maneira a compensar o alto custo do transporte da região em relação as cidades produtoras no sul do país.

A tabela 25 apresenta o custo operacional total para vários estados norte americanos no comércio de soja com a China. Podemos destacar o intenso ganho de competitividade ao analisar por essa ótica. Dakota do Norte que possui o custo operacional mais elevado nos Estados Unidos, seria o estado com o custo operacional mais baixo no Brasil, invertendo completamente o panorama em relação à essa mesma comparação utilizando o custo total de produção, feita anteriormente. A explicação para esse comportamento, certamente é a grande diferença no custo de oportunidade da terra nos dois países, conforme pôde ser verificado nas tabelas 10 e 11. Como foram adicionados ao custo operacional dentro da fazenda, o custo com transporte externo, da fazenda ou armazém para os portos, esse é mais um fator que determina esse panorama, uma vez que como previamente evidenciado, o custo de se transportar uma tonelada por quilometro é substancialmente inferior nos Estados Unidos em relação ao Brasil.

Tabela 25 - Custo operacional total na comercialização com a China (US\$/Ton)

Estado	Custo operacional total
Missouri	178,47
Kentucky	179,99
Illinois	187,48
Iowa	197,26
Ohio	197,70
Indiana	197,73
Minnesota	201,81
Nebraska	216,01
Kansas	220,60
Dakota do Norte	232,76
Dakota do Sul	233,83

Fonte: USDA

Obviamente, a grande mudança na ordem dos custos, irá afetar também a rentabilidade da atividade nos dois países. A tabela 26 apresenta o lucro operacional da venda de soja oriunda de diversos estados norte-americanos para a China.

Tabela 26 - Resultado do comércio de soja com a China pelo custo operacional (US\$)

Estado	Quantidade	Receita bruta	Custo operacional total	Lucro operacional
Illinois	5.179.681,19	1.914.151.183,02	971.074.225,94	943.076.957,08
Dakota do Norte	5.958.324,80	2.201.898.928,05	1.386.883.110,27	815.015.817,78
Dakota do Sul	5.235.249,67	1.934.686.516,97	1.224.166.073,56	710.520.443,41
Minnesota	2.882.715,49	1.065.307.509,71	581.746.952,18	483.560.557,53
Nebraska	2.584.045,85	954.934.143,17	558.178.345,83	396.755.797,34
Missouri	1.861.131,01	687.780.964,45	332.156.051,21	355.624.913,24
Kansas	1.406.301,87	519.698.856,16	310.228.373,20	209.470.482,96
Ohio	1.211.166,90	447.586.726,06	239.450.083,44	208.136.642,62
Iowa	1.049.051,34	387.676.921,85	206.936.204,60	180.740.717,25
Kentucky	581.212,62	214.787.122,07	104.612.458,67	110.174.663,40
Indiana	299.584,86	110.711.583,79	59.235.885,42	51.475.698,37

Fonte: USDA, United States Census Bureau

Podemos destacar que todos os estados obtiveram lucro operacional nesse comércio, permitindo-os a permanecerem e até a aumentarem a atividade caso julguem necessário. Em comparação ao Brasil, os principais exportadores dos EUA, possuem um lucro operacional mais elevado em relação ao Rio Grande do Sul que apresentou o maior ganho nessa análise no país. É interessante notar que mesmo enviando quantidade inferior a China quando comparados aos principais estados exportadores da oleaginosa no Brasil, os estados norte americanos com maior escala conseguem se situar em uma faixa superior de ganho devido ao fato do lucro operacional por tonelada ser substancialmente mais elevado, atuando na direção contrária ao ganho de escala que Rio Grande do Sul, Paraná e Mato Grosso poderiam se utilizar. A tabela 27 evidencia o lucro por tonelada para os variados estados, em relação ao comércio com os dois principais destinos.

Tabela 27 - Lucro operacional por tonelada (US\$)

Estado	China	União Europeia
Missouri	191,08	203,90
Kentucky	189,56	202,38
Illinois	182,07	194,89
Iowa	172,29	185,11
Ohio	171,85	184,67
Indiana	171,82	184,64
Minnesota	167,74	188,45
Nebraska	153,54	-
Kansas	148,95	161,77
Dakota do Norte	136,79	-
Dakota do Sul	135,72	-
Goiás	119,43	117,88
Paraná	94,90	94,65
Rio Grande do Sul	89,60	88,78
Minas Gerais	87,53	86,03
Maranhão	76,86	84,63
Mato Grosso	39,99	66,08

Fonte: USDA, Conab

Podemos notar que os estados do Mato Grosso e Maranhão possuem um lucro operacional por tonelada mais elevado para as remessas para a Europa. Por outro lado, Paraná, Rio Grande do Sul, Goiás e Minas Gerais possuem uma rentabilidade mais elevada quando os envios são destinados a China. Esse panorama vai ao encontro com a segmentação anteriormente discutida na tabela 9, ao fim do capítulo 2.

Em relação aos Estados Unidos, o maior lucro operacional por tonelada para as remessas destinadas a Europa, como discutido anteriormente, está ligado a intensa utilização das hidrovias para o transporte interno até o Golfo e o frete marítimo mais baixo em relação a rota para a China. Não foram registrados envios via PNW para a Europa, dessa forma Dakota do Norte e Dakota do Sul que não possuem dados referentes a envio de soja para o Golfo não comercializam a oleaginosa com o continente. Nebraska envia parcela de sua produção de soja para o Golfo, no entanto, não foi disponibilizado o valor do frete ferroviário para estado até aquela região portuária. Dessa forma a parcela da carga que foi analisada para Nebraska refere-se ao envio pelo Pacífico para a Ásia.

Ao se comparar os dois países, o panorama, se mantém em relação ao que havia sido apresentado na comparação das tabelas 24 e 26. O lucro operacional por tonelada é substancialmente mais elevado nos Estados Unidos em relação ao Brasil.

CAPÍTULO 5

MODELO DE OTIMIZAÇÃO DO CUSTO DE TRANSPORTE

Segundo Goldbarg e Luna (2005), um modelo não é igual à realidade, mas bastante similar para que as conclusões obtidas por intermédio de sua análise e operação possam ser expandidas à realidade. Os modelos de otimização são utilizados em problemas de transporte, quando se pretende definir a melhor combinação da quantidade enviada em cada rota disponível, dadas as respectivas origens (produtores) e destinos (consumidores), de forma a minimizar o custo incorrido nessa etapa do processo de transação de uma mercadoria.

A utilização de restrições técnicas são importantes para conferir o maior grau possível de realidade ao modelo. Por exemplo, a quantidade recebida em um destino de determinada origem, pelas diversas rotas, não pode ser superior a quantidade produzida no local de proveniência. Essas restrições técnicas são representadas por um grupo de inequações ou equações, também lineares, a qual está sujeita a função objetivo.

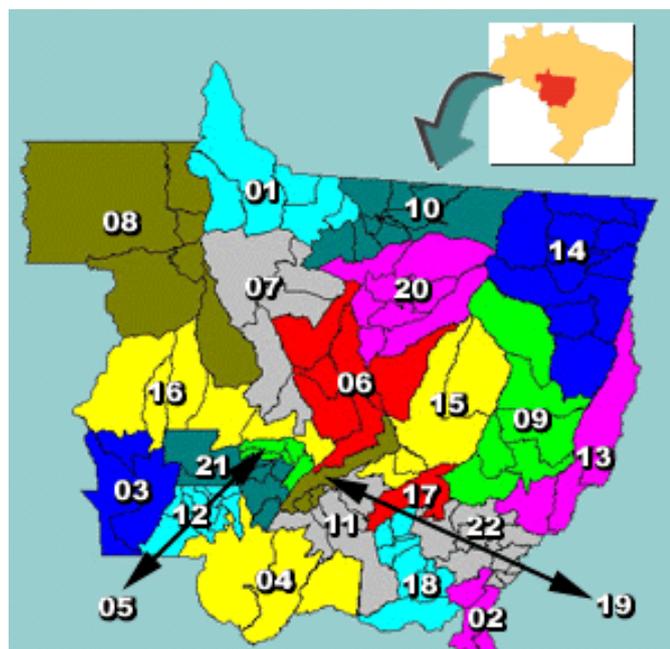
Neste trabalho, o alvo é minimizar o custo de transporte da soja para os seus dois principais destinos, China e União Europeia. No caso dos chineses, a recepção da carga será realizada no porto de Shanghai. Em relação aos europeus, a carga vai desembarcar no porto de Hamburgo, Alemanha.

5.1 Origens

Para determinar as origens, foram selecionadas as principais microrregiões produtoras nos quatro estados brasileiros com maior escala na atividade sojícola. Para representar cada microrregião foi escolhido o município, inserido nesta, com maior produção da oleaginosa. Dessa forma, as origens serão as microrregiões estaduais, segundo a divisão do IBGE.

O grande objetivo do modelo é definir a combinação de rotas que proporciona o menor custo de transporte de soja originada em diferentes microrregiões estaduais para os dois principais demandantes. Dessa forma será possível compreender, como a indisponibilidade de infraestrutura onera o custo de transporte, diminuindo a rentabilidade do comércio da oleaginosa no Brasil. Com o resultado tentaremos inferir quais são as obras de infraestrutura com maior urgência para sanar a situação.

A seguir serão apresentados 27 municípios em 4 estados que representam 27 microrregiões, que serão as origens do modelo proposto.

Figura 8 - Microrregiões do Mato Grosso

Fonte: CityBrazil

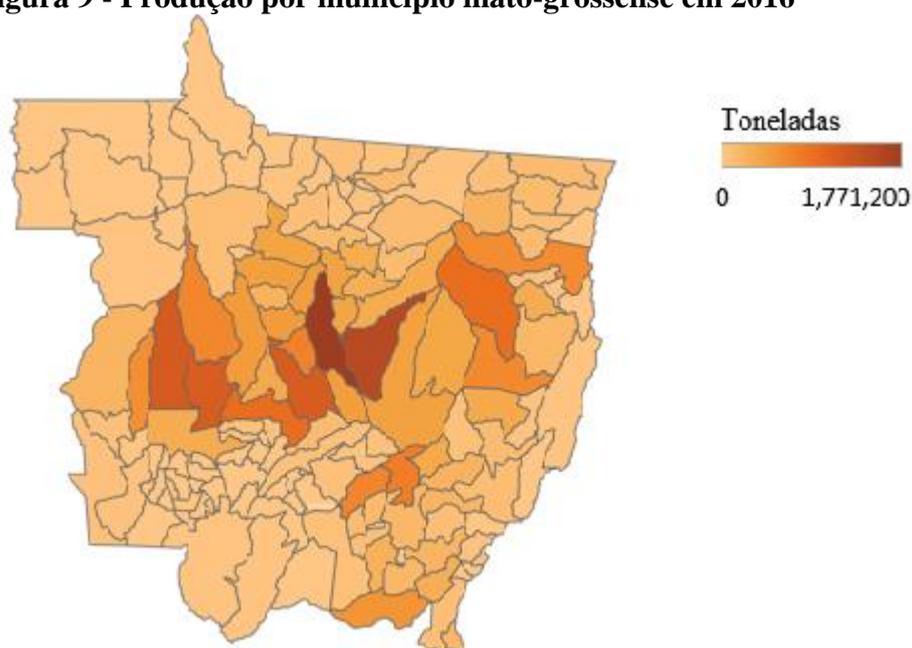
Legenda:

01 – Alta Floresta	07- Arinos	13- Médio Araguaia	19- Rosário Oeste
02- Alto Araguaia	08- Aripuanã	14- Norte Araguaia	20- Sinop
03- Alto Guaporé	09- Canarana	15- Paranatinga	21- Tangará da Serra
04- Alto Pantanal	10- Colíder	16- Parecis	22- Tesouro
05- Alto Paraguai	11- Cuiabá	17- Primavera do Leste	
06- Alto Teles Pires	12- Jauru	18- Rondonópolis	

Tabela 28 - Principais microrregiões produtoras no Mato Grosso em 2016

Microrregião	Produção (toneladas)
Alto Teles Pires	6.860.140
Parecis	4.048.956
Canarana	2.624.093
Sinop	2.054.606
Norte Araguaia	1.950.472
Arinos	1.717.019
Primavera do Leste	1.410.065
Rondonópolis	1.290.566

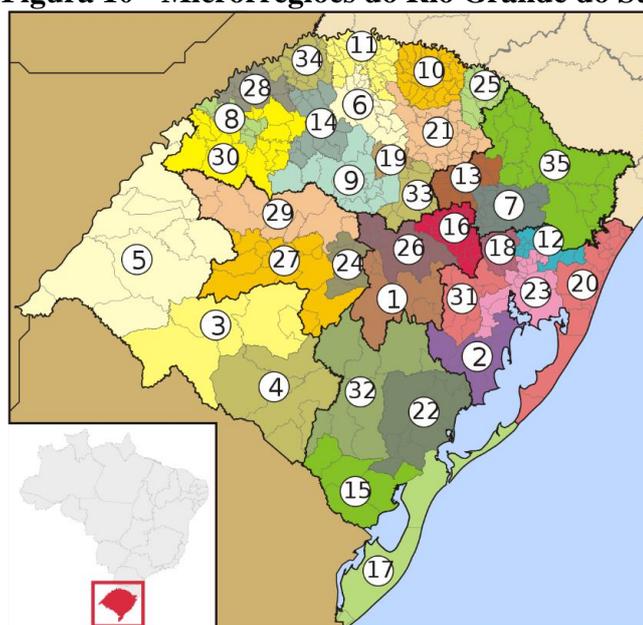
Fonte: IBGE

Figura 9 - Produção por município mato-grossense em 2016

Fonte: IBGE

Em relação ao Mato Grosso serão representadas sete microrregiões através de sete municípios, conforme descrito a seguir:

- 1) Microrregião Alto Teles Pires – Sorriso
- 2) Microrregião Parecis – Campo Novo do Parecis
- 3) Microrregião Primavera do Leste – Primavera do Leste
- 4) Microrregião Cararana - Querência
- 5) Microrregião Norte Araguaia – São Félix do Araguaia
- 6) Microrregião Sinop - Sinop
- 7) Microrregião Arinos – Nova Maringá

Figura 10 - Microrregiões do Rio Grande do Sul

Fonte: Wikipedia

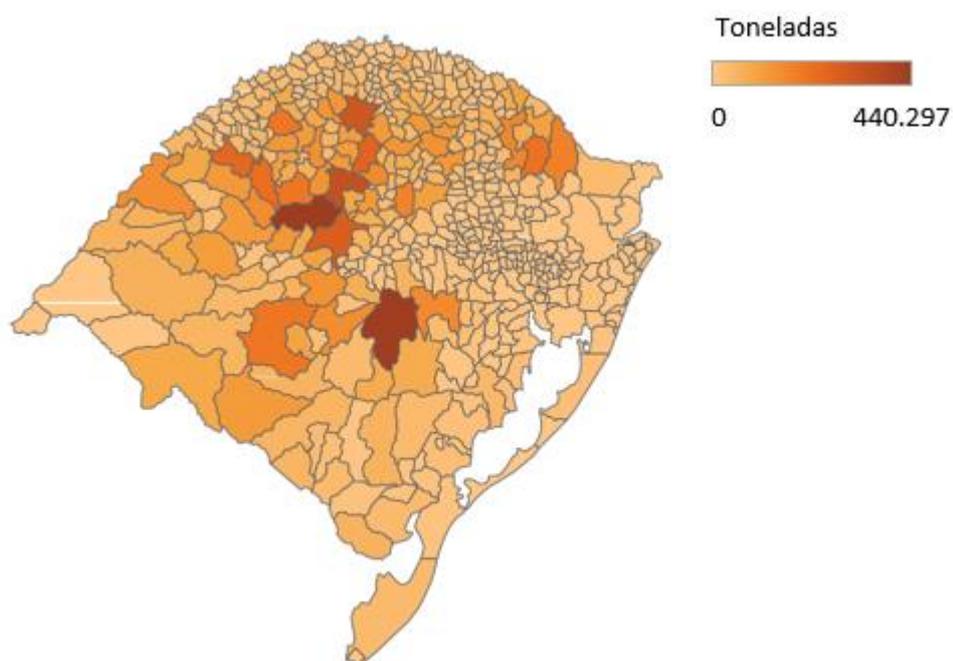
Legenda:

1- Cachoeira do Sul	10- Erechim	19- Não Me Toque	28- Santa Rosa
2- Camaquã	11- Frederico W.	20- Osório	29- Santiago
3- Campanha Central	12- Gramado	21- Passo Fundo	30- Santo Ângelo
4- Campanha Meridional	13- Guaporé	22- Pelotas	31- São Jerônimo
5- Campanha Ocidental	14- Ijuí	23- Porto Alegre	32- Serras de Sudeste
6- Caxias do Sul	15- Jaguarão	24- Restinga Seca	33- Soledade
7- Carazinho	16- Lajeado	25- Sananduva	34- Três Passos
8- Cerro Lago	17- Litoral Lagunar	26- Santa Cruz do Sul	35- Vacaria
9- Cruz Alta	18- Montenegro	27- Santa Maria	

Tabela 29 - Principais microrregiões produtoras no Rio Grande do Sul em 2016

Microrregião	Produção (toneladas)
Cruz Alta	1.729.802,00
Santo Ângelo	1.489.565,00
Passo Fundo	1.312.873,00
Santiago	1.304.515,00
Ijuí	1.140.580,00
Carazinho	960.602,00
Vacaria	847.370,00

Fonte: IBGE

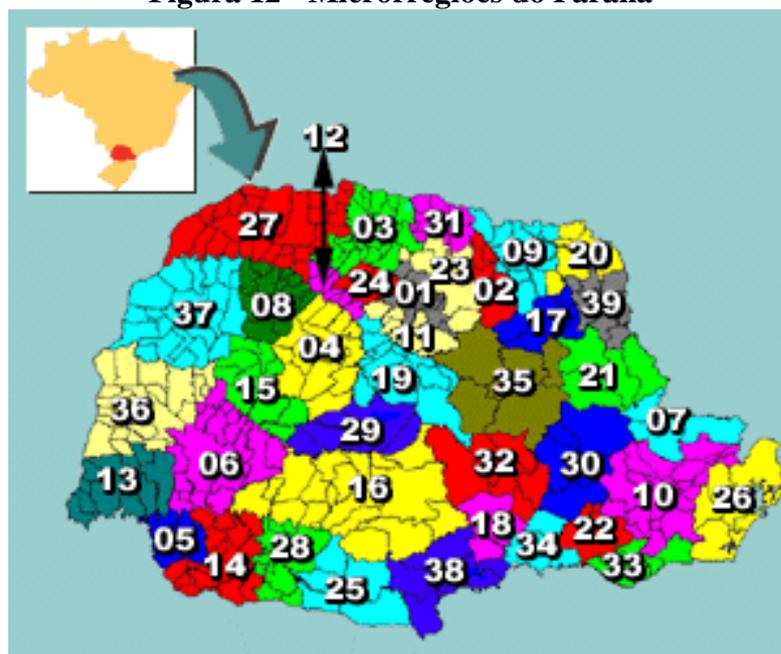
Figura 11 - Produção por município gaúcho em 2016

Fonte: IBGE

Para o Rio Grande do Sul também definimos sete origens, sendo um município em cada microrregião da tabela 29, conforme abaixo:

- 1) Microrregião Cruz Alta – Cruz Alta
- 2) Microrregião Santo Ângelo – São Luiz Gonzaga
- 3) Microrregião Passo Fundo – Passo Fundo
- 4) Microrregião Santiago – Tupanciretã
- 5) Microrregião Ijuí – Ijuí
- 6) Microrregião Carazinho - Palmeira das Missões
- 7) Microrregião Vacaria – Muitos Capões

Figura 12 - Microrregiões do Paraná



Fonte: CityBrazil

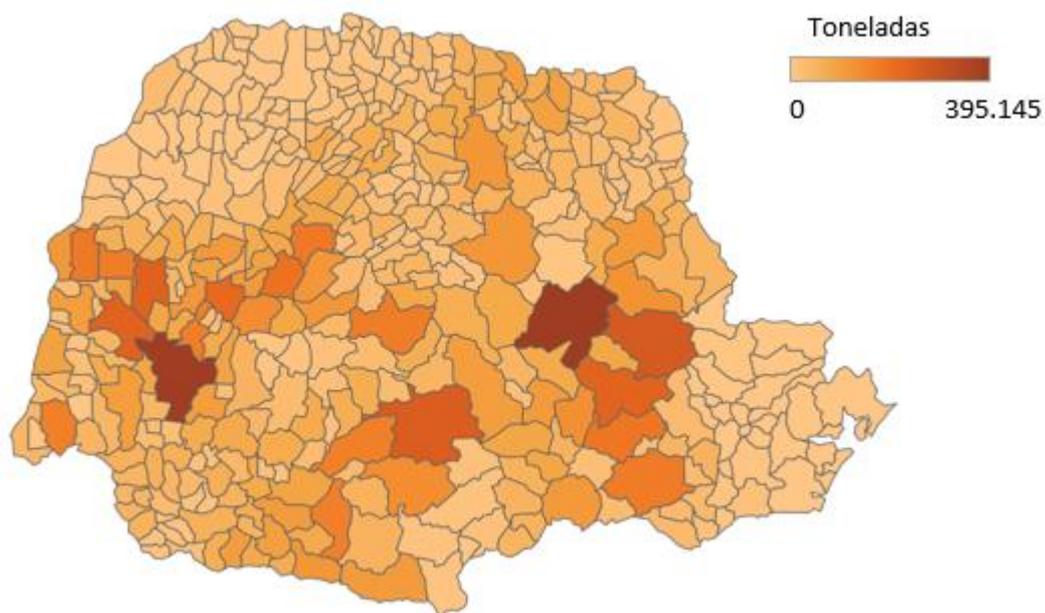
Legenda:

1- Apuracana	11- Faxinal	21- Jaguariaíva	31- Porecatu
2- Assaí	12- Florai	22- Lapa	32- Prudentópolis
3- Astorga	13- Foz do Iguaçu	23- Londrina	33- Rio Negro
4- Campo Mourão	14- Francisco Beltrão	24- Maringá	34- São Mateus do Sul
5- Capanema	15- Goioerê	25- Palmas	35- Telêmaco Borba
6- Cascavel	16- Guarapuava	26- Paranaguá	36- Toledo
7- Cerro Azul	17- Ibaiti	27- Paranavaí	37- Umuarama
8- Cianorte	18- Irati	28- Pato Branco	38- União da Vitória
9- Cornélio Procópio	19- Ivaiporã	29- Pitanga	39- Wenceslau Braz
10- Curitiba	20- Jacarezinho	30- Ponta Grossa	

Tabela 30 - Principais microrregiões produtoras do Paraná em 2016

Microrregião	Produção (Toneladas)
Toledo	1.659.633
Cascavel	1.403.719
Guarapuava	1.177.333
Campo Mourão	1.122.505
Goioerê	1.011.452
Ponta Grossa	756.350
Telêmaco Borba	663.244

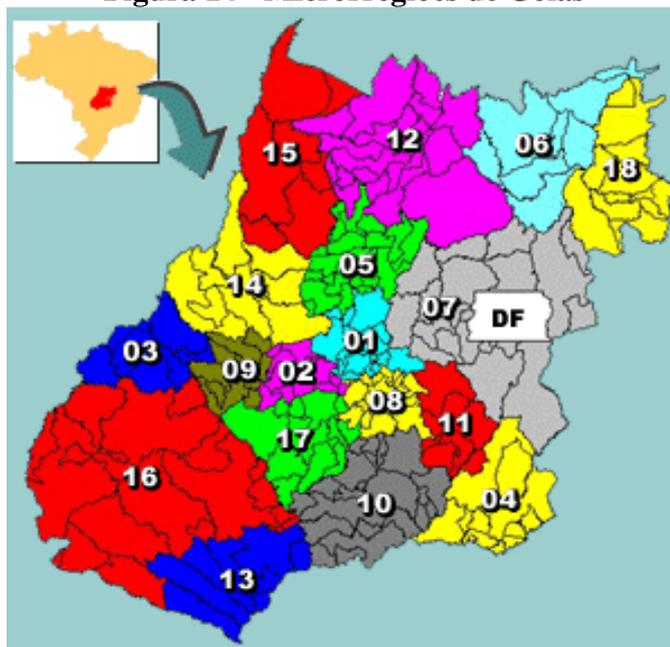
Fonte: IBGE

Figura 13 - Produção de soja por município paranaense em 2016

Fonte: IBGE

No Paraná também foram definidas sete origens, sendo um município em cada microrregião da tabela 30, conforme abaixo:

- 1) Microrregião Toledo – Assis Chateaubriand
- 2) Microrregião Cascavel – Cascavel
- 3) Microrregião Guarapuava – Guarapuava
- 4) Microrregião Campo Mourão – Mamborê
- 5) Microrregião Goioerê – Ubitatã
- 6) Microrregião Ponta Grossa - Castro
- 7) Microrregião Telêmaco Borba – Tibagi

Figura 14 - Microrregiões de Goiás

Fonte: BrazilCity

Legenda:

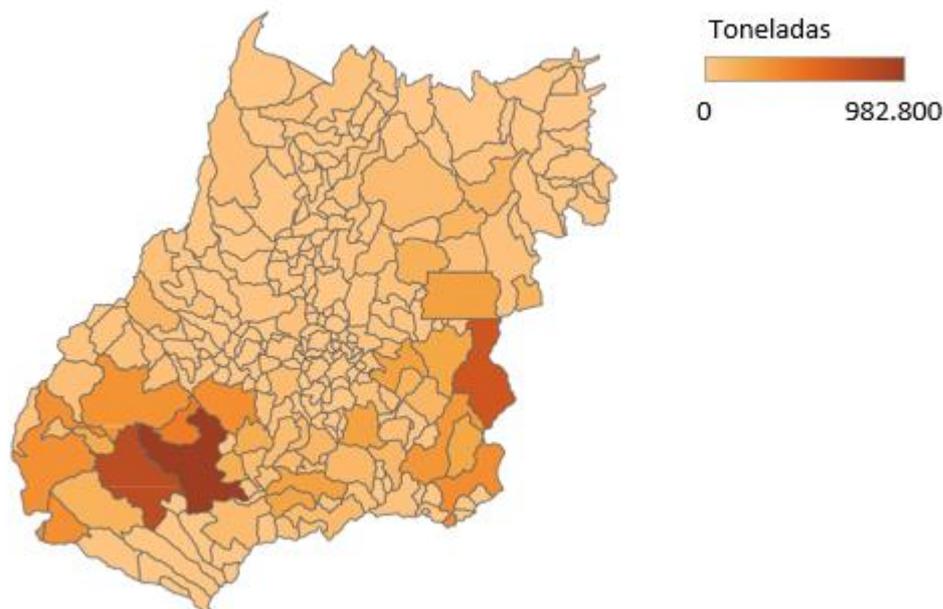
- | | | |
|--------------------------|------------------------|----------------------------|
| 1- Anápolis | 7- Entorno de Brasília | 13- Quirinópolis |
| 2- Anicuns | 8- Goiânia | 14- Rio Vermelho |
| 3- Aragarças | 9- Iporá | 15- São Miguel do Araguaia |
| 4- Catalão | 10- Meia Ponte | 16- Sudoeste de Goiás |
| 5- Ceres | 11- Pires do Rio | 17- Vale do Rio dos Bois |
| 6- Chapada dos Veadeiros | 12- Porangatu | 18- Vão do Paraná |

Tabela 31 - Principais microrregiões produtoras de Goiás em 2016

Microrregião	Produção (Toneladas)
Sudoeste do Goiás	3.882.280
Entorno de Brasília	1.521.370
Meia Ponte	1.388.494
Catalão	866.284
Vale do Rio dos Bois	864.512
Pires do Rio	662.210

Fonte: IBGE

Figura 15 - Produção por município goiano em 2016



Fonte: IBGE

Em Goiás foram definidas seis origens, sendo um município em cada microrregião da tabela 31, conforme abaixo:

- 1) Microrregião Sudoeste de Goiás – Rio Verde
- 2) Microrregião Entorno de Brasília – Cristalina
- 3) Microrregião Meia Ponte – Piracanjuba
- 4) Microrregião Catalão - Ipameri
- 5) Microrregião Vale do Rio dos Bois - Paraúna
- 6) Microrregião Pires do Rio – Silvânia

5.2 Rotas possíveis

De acordo com o texto foram selecionadas 17 rotas, atendendo a todas as origens. O trajeto para todos os portos possuem uma opção intermodal e outra integralmente cursada pelo modal rodoviário, com exceção dos portos de Itacoatiara e Barcarena, os quais não possuem a opção pelo modal rodoviário. Para cada origem será indicada a rota de menor custo, entre as disponibilizadas, que leva a cada porto. Dessa forma estarão disponíveis 9 rotas para cada microrregião produtora. Abaixo serão descritas todas as rotas possíveis e seus transbordos.

- 1) Santos (rodoviário) – Transporte exclusivo pelo modal rodoviário desde a origem até o porto de Santos
- 2) Santos via Rondonópolis – Movimentação intermodal rodoferroviária com destino ao porto de Santos. Nessa rota a carga é deslocada pelo modal rodoviário até a cidade de Rondonópolis (MT), onde será transbordada para os vagões ferroviários da ALL Malha Norte que a transportará até Santos.
- 3) Santos via São Simão – Movimentação intermodal rodohidroferroviária com destino ao porto de Santos. Nessa rota a carga é deslocada pelo modal rodoviário até a cidade de São Simão (GO), onde será transbordada para o modal hidroviário e seguirá pela hidrovía do Tietê-Paraná até a cidade de Pederneiras (SP), onde ocorre o transbordo para o modal ferroviário da ALL Malha Paulista que a transportará até Santos.
- 4) Santos via Araguari – Movimentação intermodal rodoferroviária com destino ao porto de Santos. Nessa rota a carga é deslocada pelo modal rodoviário até a cidade de Araguari (MG), onde será transbordada para os vagões da Ferrovia Centro Atlântica (FCA) que a transportará até Santos.
- 5) Paranaguá (rodoviário) - Transporte exclusivo pelo modal rodoviário desde a origem até o porto de Paranaguá.
- 6) Paranaguá via Maringá – Movimentação intermodal rodoferroviária com destino ao porto de Paranaguá. Nessa rota a carga é deslocada pelo modal rodoviário até a cidade de Maringá (PR), onde será transbordada para os vagões ferroviários da ALL Malha Sul que a transportará até Paranaguá.
- 7) São Francisco do Sul (rodoviário) – Transporte exclusivo pelo modal rodoviário desde a origem até o porto de São Francisco do Sul.
- 8) São Francisco do Sul via Maringá – Movimentação intermodal rodoferroviária com destino ao porto de São Francisco do Sul. Nessa rota a carga é deslocada pelo modal rodoviário até a cidade de Maringá (PR), onde será transbordada para os vagões ferroviários da ALL Malha Sul que a transportará até São Francisco do Sul.
- 9) Barcarena via Miritituba – Movimentação intermodal rodohidroviária com destino ao porto de Barcarena. Nessa rota a carga é deslocada pelo modal rodoviário até o distrito de Miritituba na cidade de Itaituba (PA), onde será transbordada para o modal hidroviário e seguirá pelo rio Tapajós até Barcarena.
- 10) Itacoatiara via Porto Velho – Movimentação intermodal rodohidroviária com destino ao porto de Itacoatiara. Nessa rota a carga é deslocada pelo modal rodoviário até a

cidade de Porto Velho (RO), onde será transbordada para o modal hidroviário e seguirá pelo rio Madeira até Itacoatiara.

- 11) Santarém (rodoviário) – Transporte exclusivo pelo modal rodoviário desde a origem até o porto de Santarém.
- 12) Santarém via Miritituba - Movimentação intermodal rodohidroviária com destino ao porto de Santarém. Nessa rota a carga é deslocada pelo modal rodoviário até o distrito de Miritituba na cidade de Itaituba (PA), onde será transbordada para o modal hidroviário e seguirá pelo rio Tapajós até Santarém.
- 13) Vitória via Ipameri - Movimentação intermodal rodoferroviária com destino ao porto de Vitória. Nessa rota a carga é deslocada pelo modal rodoviário até a cidade de Ipameri (GO), onde será transbordada para os vagões da Ferrovia Centro Atlântica (FCA) que a transportará até Vitória.
- 14) Vitória (rodoviário) - Transporte exclusivo pelo modal rodoviário desde a origem até o porto de Vitória.
- 15) São Luís via Palmas - Movimentação intermodal rodoferroviária com destino ao porto de São Luís. Nessa rota a carga é deslocada pelo modal rodoviário até a cidade de Palmas (TO), onde será transbordada para os vagões da Ferrovia Norte Sul Trecho Norte (FNSTN) que a transportará até São Luís.
- 16) Rio Grande (rodoviário) - Transporte exclusivo pelo modal rodoviário desde a origem até o porto de Rio Grande.
- 17) Rio Grande via Cruz Alta - Movimentação intermodal rodoferroviária com destino ao porto de Rio Grande. Nessa rota a carga é deslocada pelo modal rodoviário até a cidade de Cruz Alta (RS), onde será transbordada para os vagões ferroviários da ALL Malha Sul que a transportará até Rio Grande.

5.3 Determinação dos custos por modal

Para mensurar o custo no modal rodoviário foram adaptadas a metodologia proposta por (LOPES; FERREIRA; LIMA, 2015) à metodologia utilizada pela ANTAQ (2013). Isso acontece devido ao fato da primeira utilizar o custo médio (US\$/Km) no modal exposta por Salin (2015), aplicando esse montante de maneira uniforme a todas as rotas de acordo com sua extensão. No entanto, a ANTAQ (2013) e Assis et al. (2014) afirmam a existência de ganho de escala, isso é, em rotas mais extensas o custo US\$/Km diminui. Dessa forma, foram utilizadas as quatro faixas de extensão propostas pela ANTAQ (2013). Para obter o valor médio em cada

camada foi utilizado o custo médio das rotas que pertencem a este intervalo, dentro das expostas por Salin (2017).

Em relação ao transporte ferroviário, também houve variação no custo em duas faixas de extensão da rota, conforme ANTAQ (2013). Os valores em cada intervalo foram obtidos através do custo médio estimado em todas as concessionárias naquela publicação.

Para o modal hidroviário foi utilizado o custo disponibilizado pela ANTAQ (2013). Como cada valor foi obtido em referências separadas temporalmente, foi necessário deflacionar os valores. Para o modal rodoviário, o custo médio foi convertido para Real à taxa de câmbio utilizada na publicação de Salin (2017), US\$ 1 = R\$ 3,50, e deflacionada para 1 de junho de 2017 pelo IGP-DI. Em relação aos custos dos modais ferroviário e hidroviário, estes foram deflacionados desde a data da publicação, fevereiro de 2013, até o dia 1 de junho de 2017, também pelo índice IGP-DI.

A tabela 32 apresenta os valores encontrados

Tabela 32 - Custo médio por modal em R\$/(ton.km)

Modal	Custo em R\$/(ton.km)
Rodoviário (até 500 km)	0,180886
Rodoviário (500 km a 800 km)	0,156861
Rodoviário (800 km a 1100 km)	0,136852
Rodoviário (acima de 1100 km)	0,128694
Ferrovário (até 500 km)	0,103481
Ferrovário (acima de 500 km)	0,073869
Hidroviário	0,053491

Fonte: Elaborado pelo autor

5.4 Custo de transbordo

A operação de transbordo da carga pode acontecer variadas vezes ao longo do escoamento, onerando o processo de transporte. Esse custo está diretamente ligado à utilização da intermodalidade, quando se torna necessária a passagem da carga de um modal para o outro em algum ponto da rota. O custo de transbordo foi obtido pelo relatório da ANTAQ (2013) e posteriormente deflacionado pelo IGP-DI para o dia 1 de junho de 2017. Para o nosso caso foi desconsiderado o custo de transbordo nos portos, uma vez que esse é aplicado em todos os casos e o custo de transbordo para o modal rodoviário, visto que esse atua na porta, também sendo aplicado em todos os casos. Dessa forma, foi considerado o custo de R\$ 2,54722 por tonelada,

para a operação de transbordo para o modal ferroviário e R\$ 3,56188 por tonelada, para a operação de transbordo para o modal hidroviário.

5.5 Frete marítimo

O frete marítimo foi obtido através dos dados disponíveis em Salin (2017). Como não estavam disponíveis os valores para todas as origens portuárias que utilizamos no modelo, houve a necessidade da estimativa do frete. Para esta, foi calculado o custo médio em R\$/milhas náuticas das rotas disponíveis, e aplicado esse valor à distância entre os portos de escoamento e destinos no estudo. Foi verificada diferença no custo por milha náutica entre os dois destinos do modelo, sendo que a rota mais extensa, no caso a China, possui um custo por milha menor. Dessa forma o custo médio aferido é de R\$ 0,001725 por milha náutica para o transporte marítimo com destino a China e R\$ 0,003006 para as remessas à União Europeia.

A rota pelo Cabo da Boa Esperança foi a utilizada, inclusive no caso dos portos do Arco Norte. Segundo matéria publicada pelo jornal Gazeta do Povo em 29 de novembro de 2016, apesar de encurtar a distância para os portos do Arco Norte até o mercado asiáticos, o canal do Panamá onera o transporte marítimo devido a cobrança de pedágio. Dessa forma, os envios originados dos portos do norte, seguem utilizando a rota pelo Cabo da Esperança, no sul da África, que apesar da maior distância, ainda é mais rentável. Segundo Lopes et al. (2017), o pedágio no canal do Panamá tendo por base um navio do tipo Panamax, que possui esse nome justamente pelo fato de possuir o maior porte concomitante com a possibilidade de passar pelas eclusas do canal antes da reforma, gira em torno de US\$ 5,04 por tonelada.

Tabela 33 - Distância em milhas náuticas

Origem	Shangai - China		Hamburgo - União Europeia
	Cabo da Esperança	Canal do Panamá	
Região Portuária			
Vitória	10.857	12.587	5.227
Santos	11.056	13.043	5.683
Paranaguá	11.111	13.165	5.805
Rio Grande	11.129	13.564	6.204
São Francisco do Sul	11.215	13.226	5.865
São Luís	11.708	11.087	4.361

Continua

Origem	Shangai - China		Hamburgo – União Europeia
Região Portuária	Cabo da Esperança	Canal do Panamá	
Barcarena	12.005	10.926	4.510
Santarém	12.389	11.352	4.750
Itacoatiara	12.880	11.592	5.283

Fonte: Sea-distances

5.6 Formulação matemática

A função objetivo do modelo aplicado nesse trabalho possui o seguinte padrão:

$$\text{Min } Z = \sum_{k=2}^k \sum_{j=1}^{j=9} \sum_{i=1}^{i=27} C_{ijk} Q_{ijk}$$

Onde:

C_{ijk} – Custo de transporte da origem i pelo porto j com destino ao país k

Q_{ijk} – Quantidade enviada da origem i pelo porto j com destino ao país k

Sujeito a 38 inequações que representam três tipos de restrições:

- 1) Restrições de oferta: Representa a quantidade produzida na origem e estabelece que a quantidade enviada por uma microrregião em todas as rotas e a todos os destinos deve ser inferior a quantidade produzida nessa origem. Os dados referentes a produção em cada microrregião foram retirados do IBGE e são relativos ao ano de 2016.

$$\sum_{k=2}^k \sum_{j=1}^{j=9} Q_{ijk} \leq Qi \text{ para } i = 1, 2, \dots, 27$$

- 2) Restrições de demanda: Representa a quantidade consumida pelo destino e estabelece que a quantidade recebida por um destino de todas as origens, por todas as rotas possíveis deve ser maior ou igual a quantidade demandada por esse destino. Como o modelo fala especificamente do Brasil, os dados de quantidade demandada por cada destino são referentes ao ano de 2016, sendo retirados no AliceWeb/Mdic.

$$\sum_{j=1}^{j=9} \sum_{i=1}^{i=27} Q_{ijk} \geq Q_k \text{ para } k = 1, 2.$$

- 3) Restrições operacionais: Estão ligadas às capacidades dos portos. No nosso caso estabelece que a quantidade embarcada em um porto não pode ser superior a capacidade

operacional do porto no que tange a movimentação graneleira. Os dados sobre a capacidade dos portos foram obtidos dos planos mestres de cada região portuária confeccionados pelo Ministério dos Transportes, Portos e Aviação Civil. Foi utilizado o índice de 70% de ocupação como limite operacional, seguindo a recomendação do ministério, que possui como finalidade determinar o tempo médio de espera nas filas que os navios enfrentam para atracar nos portos em 12 horas.

$$\sum_{k=1}^{k=2} \sum_{i=1}^{i=27} Q_{ijk} \leq Q_j \text{ para } j = 1, 2, \dots, 9.$$

5.7 Resultados

O problema de minimização proposto foi resolvido utilizando o software R. Os resultados serão apresentados em tabelas que demonstram o fluxo determinado pelo modelo para cada região portuária, a origem do produto que desembarca nesta e o destino do embarque. Serão exibidas nas tabelas, apenas as origens, as quais o modelo indicou remessas para o respectivo porto. Sendo assim, as microrregiões que não possuíram fluxo indicado para alguma região portuária segundo o modelo, serão omitidas da tabela referente a esta. Dessa forma pretende-se facilitar a visualização dos resultados.

Tabela 34 - Otimização para o fluxo no porto de Barcarena (valores em toneladas)

Origem	Destino	
Microrregião	China - Shangai	União Europeia - Hamburgo
Alto Teles Pires	2.552.392	0
Sinop	0	597.608

Fonte: Elaboração própria

A importância dos portos do Arco Norte ficou clara nos resultados do modelo. Podemos capturar essa relevância no momento em que se percebe que o modelo indicou a remessa máxima para esses complexos portuários, atingindo assim, o limite de sua restrição operacional. A minimização do custo de transporte, principalmente, para as microrregiões inseridas no norte do Mato Grosso, está diretamente ligada a utilização dessa rota.

Tabela 35 - Otimização para o fluxo no porto de Santarém (valores em toneladas)

Origem	Destino	
Microrregião	China	União Europeia - Hamburgo
Alto Teles Pires	0	557.967
Sinop	1.456.998	0

Fonte: Elaborado pelo autor

Nesse panorama atual, fica evidenciada a importância da BR-163 que liga o Mato Grosso à cidade de Miritituba no Pará, onde é realizado o transbordo para o modal hidroviário, desenhando as rotas indicadas nas tabelas 34 e 35. A revitalização dessa rodovia é muito importante principalmente para as microrregiões de Alto Teles Pires, microrregião com maior escala de produção no país, e Sinop, ambas no norte do estado. Cabe destacar que no futuro esses portos podem se tornar rotas ótimas de escoamento para outras microrregiões, sendo que essa condição está intimamente ligada à disponibilidade de novas infraestruturas, como a ferrogrão, projeto ferroviário que visa ligar Sinop a Miritituba.

Figura 16 - Projeto Ferrogrão

Fonte: Aguaboanews

Tabela 36 - Otimização para o fluxo no porto de Itacoatiara (valores em toneladas)

Origem	Destino	
Microrregião	China	União Europeia
Parecis	3.150.000	0

Fonte: Elaborado pelo autor

O porto de Itacoatiara teve sua capacidade operacional atingida exclusivamente pelas remessas de Parecis no oeste do Mato Grosso. Cabe ressaltar que essa foi a única rota indicada para essa origem, evidenciando a importância desse trajeto para o oeste e noroeste do estado, onde ainda poderíamos destacar a microrregião Aripuanã, que não foi inserida no modelo. O caminho para Itacoatiara passa por Porto Velho, ponto em que acontece o transbordo para o modal hidroviário onde a carga segue pela hidrovía do Madeira até o porto de Itacoatiara. Nesse caso fica evidente a importância da BR-364 que liga o Mato Grosso a Rondônia, a estrutura disponível e estado de conservação desta, impacta diretamente no percurso rodoviário.

Tabela 37 - Otimização para o fluxo no porto de São Luís (valores em toneladas)

Origem	Destino	
Microrregião	China	União Europeia
Cararana	0	2.624.093
Norte Araguaia	0	1.950.472

Fonte: Elaborado pelo autor

O porto de São Luís foi a rota indicada às microrregiões Cararana e Norte Araguaia, localizadas no nordeste do Mato Grosso. O trajeto descrito é feito numa integração rodoferroviária com transbordo em Porto Nacional no Tocantins, a partir de então a carga segue pelos trilhos da Ferrovia Norte Sul, até o porto de Itaqui em São Luís. Essa região portuária, possui como uma grande vantagem a menor distância em relação a Europa, fazendo com que o preço do frete marítimo nessa rota seja extremamente competitivo. Nesse ponto é importante destacar a importância da revitalização da MT-322 que sempre é um motivo de preocupação pelo recorrente mau estado de conservação, sendo essa a via de acesso pelo percurso rodoviário.

Deve ser evidenciado nesse ponto que a soma das remessas para a Europa exibidas nas tabelas 35 e 37, correspondem ao total enviado para a União Europeia, portanto, o modelo definiu os portos do Arco Norte como o trajeto ótimo de escoamento para o bloco, além do estado do Mato Grosso como a origem singular. O porto de São Luís foi o único do chamado Arco Norte que não teve sua capacidade operacional plenamente utilizada. Os fatos descritos nesse parágrafo aconteceram devido ao fato de não serem definidas origens no Matopiba, além

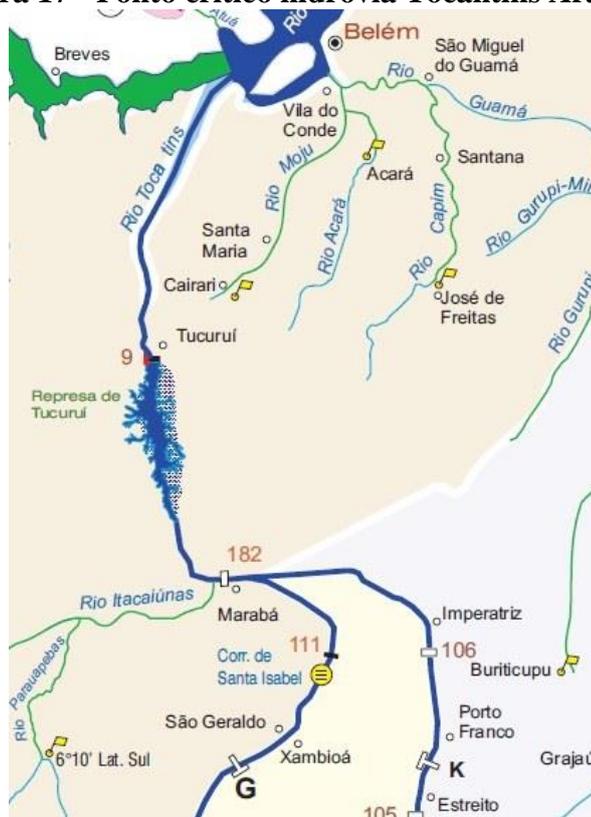
de várias deficiências de infraestrutura interna que prejudicam os envios para São Luís de origens no Mato Grosso e Goiás. Podemos destacar o imbróglio envolvendo a ferrovia Norte Sul em sua extensão no território de Goiás, que ainda não foi concluída⁶ em alguns trechos, impossibilitando envios originados daquele estado.

No entanto, a situação mais urgente pode ser considerada a hidrovia do Tocantins-Araguaia. Caso esse canal estivesse plenamente navegável poderia ser possível embarcar a carga em um terminal de transbordo ainda no nordeste do Mato Grosso, no município de São Félix do Araguaia, onde a carga se deslocaria pelo rio Araguaia até o porto de Barcarena ou sendo possível um transbordo para o modal ferroviário para a malha da Ferrovia do Carajás no município de Marabá, para embarque até o porto de São Luís. Além do mais a hidrovia também possui potencial para atender ao estado de Tocantins e até mesmo Goiás, nesse último apenas no período das cheias, pelo trajeto no rio Tocantins.

O grande problema é a necessidade de uma obra paralisada⁷ no momento. Trata-se do derrocamento do Pedral do Lourenço, que impede a navegação pela hidrovia entre os municípios de Marabá e Tucuruí fazendo com que as já construídas eclusas, se caracterizem como um investimento bilionário sem função ou retorno esperado.

⁶ Ver <https://veja.abril.com.br/blog/augusto-nunes/a-ferrovia-norte-sul-do-brasil-maravilha-e-a-estrada-de-ferro-que-se-arrasta-no-pais-real-monumento-a-gastanca-e-a-incompetencia/>

⁷ Ver <https://g1.globo.com/pa/para/noticia/demora-nas-obras-do-pedral-do-lourenco-afetam-a-economia-no-para.ghtml>

Figura 17 - Ponto crítico hidrovia Tocantins Araguaia

Fonte: DNIT

Tabela 38 - Otimização para o fluxo no porto de Vitória (valores em toneladas)

Origem	Destino	
Microrregião	China	União Europeia
Entorno de Brasília (GO)	1.521.370	0
Catalão (GO)	866.284	0
Pires do Rio (GO)	662.210	0
Meia Ponte (GO)	100.136	0

Fonte: Elaborado pelo autor

O modelo determinou remessas de soja originadas em quatro microrregiões de Goiás pelo porto de Vitória com destino à China. As origens estão localizadas no sudeste e leste goiano, a rota indicada nesse caso novamente é intermodal, com a carga seguindo pelo modal rodoviário até a cidade de Ipameri na microrregião de Catalão, ponto onde será transbordada para os trilhos da Ferrovia Centro Atlântica pelo qual seguirá até o porto de Vitória.

Tabela 39 - Otimização para o fluxo no porto de Santos (valores em toneladas)

Origem	Destino	
Microrregião	China	União Europeia
Sudoeste de Goiás (GO)	3.882.280	0
Alto Teles Pires (MT)	2.780.811	0
Arinos (MT)	1.717.019	0
Primavera do Leste (MT)	1.410.065	0
Meia Ponte (GO)	1.288.358	0
Vale do Rio dos Bois (GO)	821.467	0

Fonte: Elaborado pelo autor

O porto de Santos é a principal rota de escoamento na realidade observada, e esse panorama não se alterou no resultado de nosso modelo, sendo que a capacidade operacional máxima foi atingida na otimização proposta. Percebe-se a importância desse porto para o centro oeste na atual conjuntura. As remessas do Mato Grosso para o porto de Santos, descritas nesse resultado são sempre realizados pela intermodalidade rodoferroviária, com transbordo no terminal de Rondonópolis, mostrando a importância estratégica deste, para esse trajeto.

Em relação a Goiás, a hidrovia do Tietê Paraná é imprescindível, nesse caso a intermodalidade é ainda mais utilizada sendo realizado dois transbordos, São Simão e Pederneiras, como anteriormente descrito. A rota pela hidrovia do Tietê-Paraná realizaria integralmente o escoamento da microrregião Sudoeste de Goiás, maior produtora no estado, além de ser responsável pela maior parte das remessas do Vale do Rio dos Bois no oeste do estado. Para a microrregião de Meia Ponte, o trajeto seria diferente com o percurso rodoviário até Araguari, onde a carga seria transbordada para os trilhos da ferrovia Centro Atlântica e seguiria até o porto de Santos. Esse direcionamento acontece devido a maior distância interna dessa microrregião para São Simão.

Tabela 40 - Otimização para o fluxo no porto de Paranaguá (valores em toneladas)

Origem	Destino	
Microrregião	China	União Europeia
Toledo (PR)	1.659.663	0
Cascavel (PR)	1.403.719	0
Guarapuava (PR)	1.177.333	0
Campo Mourão (PR)	1.122.505	0

Continua

Origem	Destino	
	China	União Europeia
Microrregião		
Ponta Grossa (PR)	756.350	0
Telêmaco Borba (PR)	395.145	0
Goioerê (PR)	245.468	0
Vale do Rio dos Bois (GO)	43.405	0

Fonte: Elaborado pelo autor

O porto de Paranaguá atualmente é o terceiro em volume movimentado soja no país. Esse complexo se caracteriza por constantemente movimentar um montante de soja superior à sua capacidade operacional conforme pode ser verificado na página 56 do plano mestre do porto confeccionado pela Secretaria dos Portos. Em relação ao resultado do modelo, o panorama não foi diferente com o fluxo de soja no porto sendo igual a sua capacidade operacional, respeitando a restrição imposta. Majoritariamente a oleaginosa destinada ao porto pelo modelo é produzida no próprio estado, apenas uma microrregião de Goiás está entre as origens com fluxo destinado a Paranaguá pela minimização, sendo que esse fato ocorreu devido ao esgotamento da capacidade em Santos.

Destaca-se o fato de ser a primeira vez que nosso modelo indica rotas realizadas integralmente pelo modal rodoviário, sendo este o caso de quatro microrregiões paranaenses: Cascavel, Guarapuava, Ponta Grossa e Castro. Na maioria dos casos, isso pode ser explicado pela curta distância da origem até o porto. No caso específico de Cascavel que fica no oeste do Paraná, a explicação consiste no fato de Maringá ser o ponto de transbordo para o modal ferroviário definido para o estado, fazendo com que a carga utilize uma rota incompatível para chegar a esse ponto de transbordo. Para as demais microrregiões paranaenses, a rota utilizada é intermodal rodoferroviário.

Tabela 41 - Otimização para o fluxo no porto Rio Grande (valores em toneladas)

Origem	Destino	
	China	União Europeia
Microrregião		
Cruz Alta (RS)	1.729.802	0
Santo Ângelo (RS)	1.489.565	0
Santiago (RS)	1.304.515	0
Carazinho (RS)	960.602	0
Passo Fundo (RS)	216.549	0

Fonte: Elaborado pelo autor

O panorama do porto de Rio Grande é semelhante ao porto de Paranaguá. Atualmente esse complexo é o segundo em volume movimentado de soja no Brasil. O porto de Rio Grande também se caracteriza por constantemente movimentar uma quantidade superior à sua capacidade operacional (VORPAGEL, 2016). Essa situação fica clara também, ao comparar a quantidade embarcada no complexo, com a capacidade descrita em seu plano mestre confeccionado pela Secretaria dos Portos. Essa região portuária se caracteriza por ser importante para o escoamento da soja produzida no próprio estado do Rio Grande do Sul.

Nosso modelo não alterou o panorama descrito, o fluxo indicado para o porto foi integralmente composto pela oleaginosa produzida dentro do Rio Grande do Sul. Além do mais, esse fluxo atingiu a capacidade operacional máxima do porto, orientando o envio do excedente a portos de outros estados. A importância do terminal ferroviário de Cruz Alta fica evidenciada, ao notarmos que o modelo indicou que as remessas de todas as microrregiões para o porto, realizassem a operação de transbordo para o modal ferroviário nesse ponto. Cabe destacar que a ferrovia da ALL Malha Sul, possui outras estações no estado, e que a estação em Cruz Alta foi escolhida.

Cabe destacar a hidrovia do Mercosul que possui potencial para se tornar um grande corredor interno de envio de soja para o Rio Grande do Sul. No entanto, essa atualmente necessita de algumas obras com finalidade de aumentar sua área de influência, com destaque para a dragagem em alguns trechos do Rio Jacuí que transformaria o porto de Cachoeira do Sul em um ponto estratégico na movimentação de grãos do estado. Atualmente essa estrutura portuária encontra-se subutilizada⁸ pela restrita capacidade de navegação partindo da cidade. Por esse motivo, a hidrovia sequer foi inserida como uma opção de rota em nosso modelo.

**Tabela 42 - Otimização para o fluxo no porto São Francisco do Sul
(valores em toneladas)**

Origem	Destino	
Microrregião	China	União Europeia
Passo Fundo	1.096.324	0
Vacaria	847.370	0
Goioerê	765.984	0

Fonte: Elaborado pelo autor

⁸ Ver <http://www.ocorreio.com.br/noticias/11707/porto-do-rio-jacui-vira-um-sonho-de-muitas-decadas>

O resultado de nosso modelo torna óbvia a importância do porto de São Francisco do Sul no escoamento da soja produzida na região sul. Esse complexo portuário é importante para absorver o excesso de carga nos portos de Paranaguá e Rio Grande. Em relação ao envio de carga do Paraná para esse complexo portuário, nosso modelo indica a rota rodoferroviária, com transbordo na cidade de Maringá, que se localiza relativamente próxima à microrregião de Goioerê, se tornando um ponto importante naquele estado.

Para as remessas do Rio Grande do Sul, o modelo selecionou as microrregiões de Passo Fundo e Vacaria, que se situam no norte e noroeste do estado, respectivamente, próximos a fronteira com Santa Catarina. Nesse caso o trajeto é realizado integralmente pelo modal rodoviário, mas a distância é menor em relação a rota indicada para o Paraná, fazendo com que o custo de transporte para as remessas do Rio Grande do Sul para o porto de São Francisco do Sul seja inferior.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A soja atualmente é o principal produto na pauta de exportações brasileira, tendo alcançado esse status após condições excepcionais de mercado. A entrada da China como um gigante consumidor no século XXI, além de mudar completamente o patamar de volume transacionado, aumentou o preço da oleaginosa no mercado internacional. O vigoroso crescimento da economia chinesa nas últimas décadas, melhora gradualmente o padrão de consumo alimentício de sua população, aumentando o consumo de carne. O farelo de soja é o grande insumo da atividade pecuária desde a década de 70, de maneira que a maior população e segunda maior economia do planeta, torna-se extremamente dependente da importação do grão para esmagamento em seu imenso tecido industrial, uma vez que aquele país possui uma grande escassez de áreas aráveis em seu território. Até onde vai a expansão da demanda pela oleaginosa é uma pergunta com uma resposta complexa, e intimamente ligada ao desempenho da economia chinesa, o fato é que nos últimos anos esse consumo tem uma forte trajetória ascendente.

Em relação a União Europeia, segundo maior importador líquido de soja, nota-se ao longo dos últimos 15 anos a estabilização do volume importado de soja pelo bloco. A economia europeia é mais estável e consolidada em relação a chinesa, e o cenário em relação a oleaginosa também tende a seguir esse padrão. Dessa forma, podemos inferir que o mercado asiático, nesse momento além de possuir a maior capacidade de absorção, também pode ser mais volátil na quantidade demandada nos próximos anos.

Ao compararmos o dispêndio com a produção nos dois maiores ofertantes mundiais de soja, Brasil e Estados Unidos, percebe-se que o primeiro possui um custo total de produção dentro da fazenda sensivelmente inferior ao segundo. No entanto, essa maior eficiência dentro da fazenda no Brasil está sustentada no menor custo fixo, especificamente no custo de oportunidade, chamado de remuneração dos fatores fixos, que no caso são o capital e a terra. Foi ressaltado o elevado grau de subjetividade inserido na mensuração desses itens de dispêndio, de forma que as próprias entidades responsáveis pelo levantamento desses custos, divergem entre si acerca da metodologia de cálculo. Em relação ao custo operacional, que representa o desembolso efetivo para o produtor rural, esse é substancialmente inferior nos Estados Unidos. Um dos principais componentes que oneram essa conta são os fertilizantes, setor onde o Brasil possui uma grande dependência dos importados, evidenciando a tendência de crescimento dessa margem em momentos em que o câmbio se encontra depreciado.

Em relação aos custos fora da fazenda, ao longo do trabalho ficou evidenciado que a ineficiência do Brasil no que tange ao custo logístico para o escoamento da soja é ocasionada pela falta de infraestrutura adequada. Somando esse fato estilizado à mudança no eixo espacial da produção para o cerrado, que possui uma infraestrutura de menor capilaridade, ocorrida a partir dos anos 70, à grande pressão exercida pelo aumento no volume transacionado nos últimos anos, temos uma grande diferença em relação ao custo logístico verificado nos Estados Unidos. Ao contrário do que ocorre neste, o Brasil é marcado pela baixa presença de armazéns dentro das propriedades rurais, se configurando como um problema, pois orienta o produtor a escoar a safra imediatamente após a colheita, causando uma grande concorrência da carga em uma infraestrutura débil. Além do mais, esse panorama retira do produtor a capacidade de controlar o fluxo da carga, à espera das condições de mercado mais favoráveis para realizar a venda.

Conforme amplamente evidenciado, em relação ao transporte, os norte americanos recorrem, majoritariamente, a intermodalidade para deslocar a sua produção de soja das regiões produtoras no país, que também estão localizadas a longas distâncias do litoral, até os portos. No Brasil, apesar das semelhantes dimensões continentais, a soja segue percorrendo longas distâncias pelo modal rodoviário. Esse panorama não é indicado dada as características da carga, baixo valor agregado e alto volume comercializado, fazendo com que a utilização eficiente do modal rodoviário se restringisse a levar a carga da fazenda a um ponto de transbordo mais próximo para um modal adequado. A eficiência nos modais ferroviário e hidroviário é muito maior nesse caso, se traduzindo em um menor custo de transporte até os portos. Dessa forma, o custo de transporte interno em dólares por quilometro é substancialmente superior no Brasil, onde a carga percorre muitas vezes distâncias até inferiores em relação aos Estados Unidos, mas termina com um custo total de transporte superior.

O modelo de programação linear proposto, buscou minimizar o custo de transporte no Brasil e comprovou a extrema importância da utilização da intermodalidade no movimento da oleaginosa, uma vez que a maioria esmagadora das rotas determinadas por este, realizam o transbordo do modal rodoviário para outro mais indicado ao longo do trajeto. No resultado obtido pela minimização, ainda fica evidente a falta de capacidade dos portos em todas as regiões, sendo que na maioria dos complexos o fluxo determinado atingiu a capacidade operacional máxima permitida de 70% de ocupação, segundo a Secretaria dos Portos. Explicando dessa forma, o recorrente panorama de atrasos e filas enormes para a atracação dos navios, uma vez que geralmente esse limite desejado é sempre excedido ao se comparar os dados movimentados em cada porto com a capacidade recomendada.

A importância dos portos do Arco Norte ficou mais uma vez comprovada pelo resultado do modelo, como sendo uma rota primordial principalmente para o Mato Grosso. Nesse sentido, ficou evidente a necessidade de investimentos para melhoria das rodovias da região Norte do país, que estão constantemente em condições precárias, em especial as rodovias BR-163, BR-364 e MT-322. Além de obras prioritárias para aumentar a disponibilidade de hidrovias e ferrovias, facilitando o escoamento por esse sentido. A ampliação da capacidade dos portos do Arco Norte, concomitante a melhoria das vias de acesso aos terminais traria um duplo benefício, pois, além de reduzir o custo de transporte para o Mato Grosso, reorientaria grande parte das remessas de exportação do estado, diminuindo assim a concorrência de carga nos portos do sudeste e sul do país, principalmente o porto de Santos abrindo espaço para remessas de outros estados com maior eficiência. De toda forma, deve-se registrar que as remessas pelo Arco Norte tem aumentado nos últimos anos, mesmo com as condições adversas acima descritas.

A situação do escoamento da produção de soja nos dois grandes estados produtores no sul do país, apesar de ineficiente, é menos problemática pela curta distância a ser vencida até os portos, e até mesmo pela possibilidade de envios por outras regiões portuárias, sem que isso onere fortemente o custo de transporte eficiente, como é o caso do porto de São Francisco do Sul. A tendência verificada nos últimos anos, confirmada pelo modelo, aponta para a expansão sistemática da capacidade dos portos de Paranaguá e Rio Grande. Pois, são imprescindíveis para seus respectivos estados, e o porto de São Francisco do Sul, seja utilizado como rota para o excedente de ambos. Ainda que, pela relativa curta distância a utilização do modal rodoviário cause menos transtornos a produção do sul, em várias origens o emprego da intermodalidade foi novamente a opção definida pelo modelo, reforçando cada vez mais a importância de se criar uma cultura nesse sentido.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTES – ANTT. Anuário do Setor Ferroviário 2017. Disponível em: <<http://www.antt.gov.br/backend/galeria/arquivos/Ferrovuario/PDF-Relatorio-Executivo-Setor-Ferrovuario-2017-ANTT.pdf>>. Acesso em: 14 nov. 2017.

AGÊNCIA NACIONAL DO TRANSPORTE AQUAVIÁRIO – ANTAQ. **Anuário Estatístico Aquaviário.**

AMERICAN AGRICULTURAL ECONOMICS ASSOCIATION TASK FORCE – AAEA. **Commodity Costs and Returns Estimation Handbook.** Iowa, Ames, 2000.

BELLAVER, C.; SNIZEK JR, P. N. **Processamento de soja e suas implicações na alimentação de suínos e aves.** 2012. Disponível em: <<http://data.novo.gessulli.com.br/file/2012/05/09/E142914-F00001-S513.pdf>>. Acesso em 02 dez. 2017.

BENDER, P.M. O complexo de soja argentino, análise de sua configuração espacial e rendas diferenciais: algumas comparações com o Brasil. **Revista Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v.18, n. 62, p. 217-233, junho/2017.

BONATO, Emídio Rizzo; BONATO, Ana Lúcia V. **A Soja no Brasil: História e estatística.** Londrina: Embrapa, 1987.

BRUM, A. L.; HECK, C. R.; LEMES, C. L.; MÜLLER, P. K.: **A economia mundial da soja: impactos na cadeia produtiva da oleaginosa no Rio Grande do Sul 1970-2000.** Anais dos Congressos. XLIII Congresso da Sober em Ribeirão Preto. São Paulo, 2005.

CAIXETA FILHO, J. **Mensuração das ineficiências logísticas do agronegócio paranaense.** Projeto Benin. Piracicaba, 2014.

CAIXETA FILHO, J. V. **A logística do escoamento da safra brasileira.** Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz da Universidade de São Paulo, ESALQ/USP. Piracicaba, 2006.

CAMPOS, A. C. de; PAULA, N. de. A evolução da agropecuária brasileira nos anos 90. **Indicadores Econômicos FEE**, Porto Alegre, v. 29, n. 4, p. 177-199, fev. 2002.

CAMPOS, M. C. Expansão da soja no território nacional: O papel da demanda internacional e da demanda interna. **Revista Geografares**, Vitória, n. 8, 2010.

CAMPOS, M.C. O papel do estado brasileiro na expansão do complexo da soja. **XII Colóquio Internacional de Geocrítica.** Bogotá, 2012.

CASTRO, C. N. **O agronegócio e os desafios do financiamento da infraestrutura de transportes no Brasil.** Brasília: Ipea, 2016.

COLLE, Alberto. **A Cadeia Produtiva do Trigo no Brasil: Contribuição para a geração de emprego e renda.** 159f. Tese (Mestrado) – Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1998.

COMPANHIA NACIONAL DO ABASTECIMENTO – CONAB. **Custos de Produção Agrícola**: A metodologia da Conab. Brasília, 2010.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE – CNT. **Entraves logísticos ao escoamento de soja e milho**. Brasília: CNT, 2015.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE – CNT. **Pesquisa CNT de rodovias**. ed. 20, Brasília: CNT, 2016.

CORREA, V. H. C.; RAMOS, P. A precariedade do transporte rodoviário brasileiro para o escoamento da produção de soja do Centro-Oeste: situação e perspectivas. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, v. 48, n.2, abril/junho 2010.

COSTA, M. V. V. da. Expansão do Agronegócio e Logística de Transporte no Estado do Mato Grosso. São Paulo, junho, 2008. Disponível em: <<http://www.nuclamb.geografia.ufrj.br/arquivos%5CTrabalho%20Marcos.pdf>>. Acesso em: 15 mar. 2017.

DALL'AGNOL, Amélio. **A Embrapa Soja no Contexto do Desenvolvimento da Soja no Brasil**: Histórico e contribuições. 1. ed. Brasília: Embrapa, 2016.

DENICOFF, M. R.; PRATER, M. E.; BAHIZI, P. **Soybean Transportation Profile**. USDA, outubro, 2014.

DENICOFF, M. R.; PRATER, M. E.; BAHIZI, P. Soybean Transportation Profile. USDA, outubro, 2014.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES – DNIT. **Sistema Nacional de Viação, Lei nº 12. 379, de 6 de janeiro de 2011**. Disponível em: <<http://www.dnit.gov.br/sistema-nacional-de-viacao/sistema-nacional-de-viacao>>. Acesso em: 02 nov. 2017.

FERREIRA et al. **Setor de Óleos vegetais**. Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/2114766/mod_folder/content/0/Setor%20C3%93leos%20Vegetais.pdf?forcedownload=1>. Acesso em: 05 ago. 2017.

FILARDO, M. L. R.; et al. A logística da exportação de soja do estado de Mato Grosso para os portos de Santos. **Revista de Economia Mackenzie**, ano 3, n. 3, p. 35-52.

FLEURY, F. **A infra-estrutura e os desafios logísticos das exportações brasileiras**. Centro de Estudos em Logísticas (CEL), Instituto COPPEAD de Administração, Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), 2005.

FURSTENAU, V. A política de crédito rural na economia brasileira pós 1960. **Ensaio FEE**. Porto Alegre, v.8, n.1, p139-154, 1987. Disponível em: <<file:///C:/Users/jonna/Downloads/1075-4582-1-PB.pdf>>. Acesso em: 04 jun. 2017.

HIJJAR, M. F. **Logística, soja e comércio internacional**. Centro de Estudo em Logística. COPPEAD, UFRJ, Rio de Janeiro, 2004.

HIRAKURI, M. H.; LAZZAROTTO, J.J. **O Agronegócio da Soja nos Contextos Brasileiro e Mundial**. Londrina: Embrapa, 2014.

INFORMA ECONOMICS. **Farm To Market A Soybean's Journey From Field To Consumer**. Memphis: agosto, 2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Anuário Estatístico do Brasil**. Rio de Janeiro: 1941/2016.

INSTITUTO MATO GROSSENSE DE ECONOMIA AGROPECUÁRIA – IMEA. **Entendendo o mercado da soja**. Workshop jornalismo agropecuário. Cuiabá, junho, 2015.

KUSSANO, M. R.; BATALHA M. O. Custos logísticos agroindustriais: avaliação do escoamento da soja em grão do Mato Grosso para o mercado externo. **Revista Gestão e Produção**, São Carlos, v. 19, n. 3, 2012.

MARTIN, N. B. et al. Sistema integrado de custos agropecuários – Custagri. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 28, n. 1, jan. 1998.

MATSUNAGA, M. et al. **Metodologia do custo de produção utilizada pelo IEA**. Agricultura em São Paulo, São Paulo, v. 23, t. 1, p. 123-139, 1976.

MENEGATTI, A. L. A. **Custo de produção para a soja convencional e transgênica a luz das metodologias utilizadas pelos órgãos públicos no Brasil e nos Estados Unidos: Um estudo para o estado do Mato Grosso do Sul**. 123f. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, ESALQ/USP. Piracicaba, 2006.

MINISTÉRIO DA INDÚSTRIA, COMÉRCIO EXTERIOR E SERVIÇOS, MDIC. **Sistema Alice Web**. Disponível em: <<http://aliceweb.mdic.gov.br/>>. Acesso em 01 dez. 2017.

MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES PORTOS E AVIAÇÃO CIVIL – MTPA. **Anuário Estatístico de Transportes 2010-2016**. Brasília, 2017.

MONDINI, L.; MONTEIRO, C.A. Mudanças no padrão de alimentação da população urbana brasileira (1962-1988). **Revista da Saúde Pública**, São Paulo, v.28, n.6, p.433-439, 1994. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/rsp/article/viewFile/24074/26039>>. Acesso em: 03 dez. 2017.

NATIONAL AGRICULTURAL STATISTICS SERVICE – NASS. **Quick stats**. Disponível em: <<https://quickstats.nass.usda.gov/>>. Acesso em 01 dez. 2017.

OJIMA, Andréa. **Análise da Movimentação Logística e Competitividade da Soja Brasileira: Uma aplicação de um modelo de equilíbrio espacial de programação quadrática**. 79 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia Elétrica e Computação, Universidade de Campinas, 2004.

PAULA, Sergio Roberto Lima de; FAVERET FILHO, Paulo de Sá Campello. **Panorama do complexo soja**. BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 8, p. 119-152, set. 1998.

PONTES, H. L. B.; CARMO, B. B. T. do; PORTO, A. J. V. Problemas logísticos na exportação brasileira da soja em grão. **Revista eletrônica Sistema e Gestão**, v. 4, n. 2, p. 155-181, maio/agosto 2009.

PRATER, M. E.; O'NEIL, D. J.; SPARGER, A. **State Grain Rail Statistical Summary**. United States Department of Agriculture, Agricultural Marketing Service. Junho, 2013.

ROTHBARD, M. N. **As crises monetárias mundiais**. Disponível em: <<https://www.mises.org.br/Article.aspx?id=258>>. Acesso em: 03 jun. 2017.

SALIN, D. L. **Soybean Transportation Guide: Brazil 2014**. United States Department of Agriculture, Agricultural Marketing Service. Julho, 2015.

SALIN, D. L. **Soybean Transportation Guide: Brazil 2016**. United States Department of Agriculture, Agricultural Marketing Service. Maio, 2017.

SECRETARIA DOS TRANSPORTES E MOBILIDADE DO RIO GRANDE DO SUL. **Plano Estadual de Logística e Transporte do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, 2015.

SERRA, J. Ciclos e mudanças estruturais na economia brasileira do após-guerra. **Revista de Economia Política**, São Paulo, v.2/2, n. 6, abril/junho 1982. Disponível em: <http://www.ie.ufrj.br/intranet/ie/userintranet/hpp/arquivos/290820162447_SERRA_1982_ciclos_e_mudancas_estruturais_na_economia_brasileira.pdf> Acesso em: 05 jun. 2017.

SOUSA, I. S. F. Condicionantes da Modernização da Soja no Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, v.28, n.2, p.175-212, Abr./Jun. 1990.

TAVARES, C. E. C. **Estimativa do escoamento das exportações do complexo soja e milho pelos portos nacionais**. v. 1, Brasília, Conab, 2016.

UNITED STATES CENSUS BUREAU. **USA Trade Online**. Disponível em: <<https://usatrade.census.gov/>>. Acesso em 01 dez. 2017.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE – USDA. Foreign Agricultural Service. Disponível em: <<https://apps.fas.usda.gov/psdonline/app/index.html#/app/advQuery>>. Acesso em: 01 dez. 2017.

VOILÀ, M; TRICHES, D. **A cadeia de carne de frango: uma análise dos mercados brasileiro e mundial de 2002 a 2010**. Instituto de Pesquisas Econômicas e Sociais, Universidade de Caxias do Sul, 2013. Disponível em: <https://www.ucs.br/site/midia/arquivos/TD_44_JAN_2013_1.pdf>. Acesso em: 01 dez. 2017.

VORPAGEL, K. M. **Gargalos no escoamento da safra de soja no estado do Rio Grande do Sul**. Trabalho Conclusão do Curso (MBA) – Universidade Unijuí Panambi, Panambi, 2016.

WARNKEN, P. Política e Programas: O setor da soja no Brasil. **Revista de Política Agrícola**, São Paulo, v. 8, n. 2, abril/jun. 1999. Disponível em: <<https://seer.sede.embrapa.br/index.php/RPA/article/view/692/646>>. Acesso em: 02 dez. 2017.