

SOJA BRASILEIRA: *QUO VADIS?*

BRAZILIAN SOYBEANS: *QUO VADIS?*

Autor(es): Mario Antonio Margarido

Filiação: Senior Partner e Líder de Econometria da Pezco Economics. Pesquisador do PSP Hub. Pós Dr. em Economia (EESP/FGV), Dr. em Economia Aplicada (ESALQ/USP), Mestre em Economia de Empresas (EAESP/FGV), Economista (FEA/USP).

E-mail: mario.margarido@pezco.com.br

Autor(es): Frederico Araujo Turolla

Filiação: Senior Partner, Pezco Economics, Doutor e Mestre em Economia de Empresas (FGV-SP). Diretor-Presidente do PSP Hub.

E-mail: fredturolla@pezco.com.br

Grupo de Trabalho (GT): Mercados agrícolas e comércio exterior

Resumo: Historicamente, o Brasil sempre se destacou em relação as exportações de *commodities*, em especial, *commodities* agrícolas. Atualmente, entre as *commodities* exportadas pelo país, destacam-se os produtos do complexo soja, (grão, farelo e óleo). Dada a estrutura tributária do país, há predominância nas exportações de soja em grão. Esse trabalho, inicialmente, apresenta um panorama geral do mercado internacional de soja, envolvendo produção, exportação, importação e esmagamento dessa *commodity*. Também, são apresentados dados sobre a produção, área e produtividade de soja no Brasil por regiões. A seguir, é abordada a questão da logística para exportação da soja, sendo que, foram mapeadas as rotas para exportação de soja e foi aplicado o Método da Decomposição X13-ARIMA-SEATS para dessazonalizar as séries de frete rodoviário e fluxos de veículos pesados nas rodovias de São Paulo e Paraná. Finalmente, foi estimado um modelo de cointegração de Engle-Granger para estimar as elasticidades de longo prazo entre o valor do frete rodoviário e os preços internacionais do petróleo e soja.

Palavras-chave: Soja, Sazonalidade, Cointegração, Frete, Portos

Abstract: Historically, Brazil has always stood out in relation to *exports of commodities*, especially *agricultural commodities*. Currently, among the *commodities* exported by the country, stand out the products of the soy complex, (soybean, soymeal and oil). Given the tax structure of the country, there is a predominance in soybean exports. This work initially presents an overview of the international soybean market, involving production, export, import and crushing of this *commodity*. Also, data on soybean production, area and productivity in Brazil by regions are presented. Next, the issue of logistics for soybean exports is addressed, and the routes for soybean exports were mapped and the Decomposition Method X13-ARIMA-SEATS was applied to remove the seasonality from the series of road freight and heavy vehicle flows on the highways of São Paulo and Paraná. Finally, an Engle-Granger cointegration model was estimated to estimate the long-term elasticities between the value of road freight and international oil and soybean prices.

Key words: Soybean, Seasonality, Cointegration, Freight, Ports

1. Introdução

Historicamente, o crescimento da economia brasileira sempre esteve atrelado ao preço internacional de alguma *commodity*. Em linhas gerais, inicialmente, foi o ciclo do ouro, o qual, posteriormente, foi substituído pelo ciclo da cana-de-açúcar, e depois, pelo ciclo do café. No período mais recente, destaca-se ao que se pode ser denominado de ciclo da soja. A soja e seus produtos derivados¹, representam, aproximadamente, 10,00% das divisas geradas pelo Brasil. O país se destaca no mercado internacional no que se refere a produção, exportação e

¹ O denominado complexo soja engloba o grão, farelo e óleo.



produtividade em relação a esta oleaginosa. A competitividade de um país, como no caso do Brasil, com base na exportações de produtos intensivos em peso, como é o caso do grão de soja, está relacionada diretamente a sua capacidade logística de escoamento da produção dessa *commodity*. De acordo com Turolla *et al.* (2021, p.3), de acordo com “estimativas do projeto infra2038², o Brasil possui um estoque de ativos de infraestrutura ferroviária de 2,3% do PIB³ e precisa dobrar esse estoque. O investimento anual vinha no ritmo de 0,06% do PIB, enquanto o setor rodoviário investe sete vezes mais, ou 0,43% do PIB ao ano. O investimento em ferrovias deveria aumentar, conforme o infra2038, em pelo menos 24 bilhões de reais por ano”.

Ainda, segundo TUROLLA *et al.* (2021), “importante passo já foi dado com o desenvolvimento de um modelo de concessões ferroviárias que, aceito pelo mercado, viabilizou o fechamento do principal eixo longitudinal do país – a Ferrovia Norte-Sul – permitindo, pela primeira vez na história, um crescimento franco do escoamento de mercadorias pelos portos do Arco Norte. O eixo longitudinal está em vias de ser complementado por projetos transversais, como FICO⁴-FIOL⁵ e, até mesmo, com uma alternativa longitudinal ao longo de outro meridiano, a Ferrogrão, todos esses em bitola irlandesa (1,6m). Um primeiro trecho da FIOL já teve seu leilão realizado com sucesso”. Sendo assim, torna-se relevante conhecer os principais fatores relacionados a esta *commodity*, com ênfase na questão das rotas e portos de exportação dessa *commodity*, bem como sua logística de exportação.

2. Objetivos

Este estudo está dividido em três partes. A primeira, analisa o mercado internacional de soja, em termos de produção, exportação, importação, esmagamento do grão de soja e produtividade por país. A segunda, apresenta e analisa os dados de produção, área e produtividade para o Brasil, por região. Finalmente, na terceira parte, são abordadas questões relacionadas com a logística do transporte de soja dentro do Brasil, discutindo a questão da sazonalidade e a transmissão de preços para o preço do frete de caminhão com a utilização do modelo de cointegração de Engle-Granger.

3. Visão Geral do Mercado Internacional do Grão de Soja

Conforme dados da *Oilseeds* (2021), o Brasil é o maior produtor e exportador de grão de soja. A Tabela 1 apresenta a produção de grão de soja pelos principais *players* desta *commodity*, além das respectivas participações percentuais na produção total de grão de soja e a variação percentual entre os anos safra 2017/18 a 2020/21. Como pode ser visualizado na Tabela 1, os três principais produtores mundiais de grão de soja, praticamente, representam em torno de 80,00% da soja produzida no mundo, mostrando o elevado grau de concentração na produção dessa *commodity*. Em termos percentuais, observa-se que, no período 2017/18 até 2020/21, a produção da Argentina apresentou crescimento de 24,34%, a produção do grão de soja no Brasil, cresceu 11,02%, enquanto ocorreu retração de 6,26 na produção dos Estados Unidos (Figura 1). No entanto, é necessário realçar que, a participação da produção da Argentina na produção mundial, na média, para o período 2017/18 a 2020/21, é igual a 13,40%, enquanto, a participação média do Brasil, no mesmo período, é igual a 36,00%. Portanto, apesar da variação da produção na Argentina ser superior a variação percentual apresentada pelo Brasil (24,34% contra 11,02%), a variação da produção da Argentina, parte de uma base bem inferior comparativamente à base que prevalece no caso do Brasil

² <https://www.infra2038.org/>

³ Produto Interno Bruto.

⁴ Ferrovia de Integração Centro-Oeste.

⁵ Ferrovia de Integração Oeste-Leste.

Tabela 1. Produção de Grão de Soja por País e Total Mundial, Participação Percentual Mundial e Taxa de Variação Percentual para o período 2017/18 a 2020/21
(em milhares de toneladas métricas)

Produção/País	2017/18	2018/19	2019/20	2020/21
Brasil	123400	119700	128500	137000
Estados Unidos	120065	120515	96667	112549
Argentina	37800	55300	48800	47000
Total Mundial	344181	361277	339418	364066
Percentual*	81.72	81.80	80.72	81.45

*Percentual das produções somadas pelos países Brasil, Estado Unidos e Argentina, em relação a produção mundial de soja.

Fonte: Elaborada pelos autores com base em *Oilseeds* (2021).

Em relação às exportações mundiais de grão de soja, somente dois países dominam este mercado, Brasil e Estados Unidos, os quais, na média, participam com 85,00% das exportações mundiais desta *commodity*, sendo que, na média, o Brasil participa com 51,48%, e, os Estados Unidos com participação média de 33,45%, para o período de 2017/18-2020/21 (Tabela 2). Em termos de variação percentual, as exportações de grão de soja do Brasil, apresentaram variação de 12,96% no período entre 2017/18-2020/21, enquanto, as exportações dos Estados Unidos, apresentaram crescimento de 6,85% (Figura 2 2). Em outras palavras, a participação brasileira nas exportações mundiais de grão de soja foi quase duas vezes maior do que a variação percentual do principal concorrente, os Estados Unidos.

No caso das importações, destacam-se, somente dois *players*, também. China e União Europeia, na média, participam com 68,48% das importações mundiais desta oleaginosa. Para o período de 2017/18 a 2020/21, as importações de grão de soja da União Europeia em relação às importações da China, cresceram 7,44% contra 6,28%, no entanto, as importações da China, no mesmo período, foram, em média 6,44 vezes maior que as importações do bloco europeu, a qual permaneceu praticamente estável no mesmo período (Tabela 3).

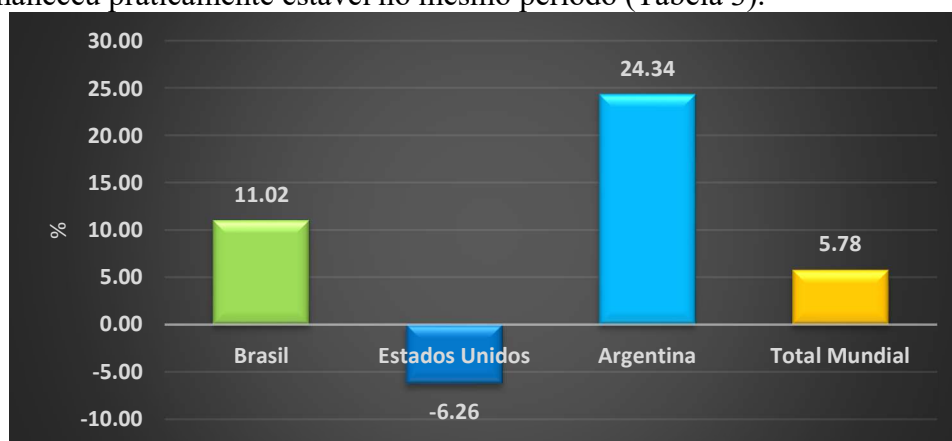


Figura 1. – Variação Percentual da Produção de Soja, Brasil, Estados Unidos, Argentina e Mundo, 2017/18-2020/21.

Fonte: Elaborada pelos autores com base em *Oilseeds* (2021).

Tabela 2. Exportação de Grão de Soja por País e Total Mundial, Participação Percentual Mundial e Taxa de Variação Percentual para o período 2017/18 a 2020/21
(em milhares de toneladas métricas)

Exportação/País	2017/18	2018/19	2019/20	2020/21
Brasil	76136	74887	92135	86000



Estados Unidos	58071	47676	45777	62051
Total Mundial	153240	148893	165135	171409
Percentual*	87.58	82.32	83.51	86.37

*Percentual das exportações somadas pelos países Brasil e Estado Unidos, em relação as exportações mundiais de soja.

Fonte: Elaborada pelos autores com base em *Oilseeds* (2021).

A Figura 3, apresenta as variações percentuais da China e União Europeia com base no período 2017/18-2020/21. Apesar da União Europeia apresentar uma variação superior à da China, não se pode esquecer que as importações da China, neste mesmo período, foram quase 6,5 vezes, conforme mencionado no parágrafo anterior, ou seja, a base de comparação da União Europeia é muito inferior à da China.

O grão de soja é o principal insumo para se obter o produto mais nobre do complexo soja, o farelo, o qual, é amplamente utilizado para a produção de ração animal, com vistas a produção de proteína animal (frangos, suínos e bovinos confinados) e para a indústria de alimentos, também. Os dados mundiais sobre esmagamento, mostram que o país que mais esmaga o grão de soja é a China, o qual, esmaga quase o dobro do que esmagam os Estados Unidos (Tabela 4). Na média, para o período de 2017/18 até 2020/21, China, Estados Unidos, Brasil e Argentina, esmagaram quase 76% da soja no mundo. Outro fato a ser realçado é que, apesar da produção de soja no Brasil, na média do período 2017/18 a 2020/21, ser quase 2,7 vezes maior que a produção da Argentina, em relação ao esmagamento, as quantidades esmagadas pelo Brasil e Argentina estão muito próximas. Este resultado reflete as respectivas políticas de cada país. Enquanto à Argentina opta por dar preferência às exportações de farelo, o Brasil, dá preferência as exportações do grão de soja. A política da Argentina estimula a exportação do farelo, via pagamento de bônus para os exportadores, e, ao mesmo tempo, tributa a exportação do grão. No caso do Brasil, a Lei Kandir, estimula a exportação do grão de soja, pois, as exportações não são tributadas, enquanto, a comercialização do grão de soja no mercado doméstico, é tributada, via ICMS, desestimulando seu esmagamento dentro do Brasil. Isto estimula a exportação do grão em detrimento do farelo, gerando empregos no país importador.



Figura 2. – Variação Percentual da Produção de Soja, Brasil, Estados Unidos e Mundo, 2017/18-2020/21.

Fonte: Elaborada pelos autores com base em *Oilseeds* (2021).

Tabela 3. Importação de Grão de Soja por País e Total Mundial, Participação Percentual Mundial e Taxa de Variação Percentual para o período 2017/18 a 2020/21
(em milhares de toneladas métricas)

Importação/País	2017/18	2018/19	2019/20	2020/21
China	94095	82540	98533	100000



União Europeia	13915	14346	14947	14950
Total Mundial	153741	145881	165019	167809
Percentual*	70.25	66.41	68.77	68.50

*Percentual das importações somadas pela China e União Europeia, em relação as importações mundiais de soja.
Fonte: Elaborada pelos autores com base em *Oilseeds* (2021).

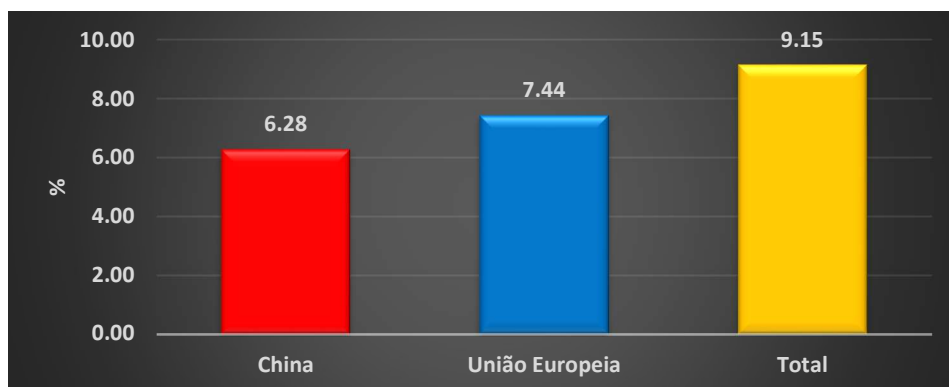


Figura 3. – Variação Percentual da Importação de Soja, China, União Europeia e Mundo, 2017/18-2020/21.

Fonte: Elaborada pelos autores com base em *Oilseeds* (2021).

Tabela 4. Esmagamento de Grão de Soja por País e Total Mundial, Participação Percentual Mundial e Taxa de Variação Percentual para o período 2017/18 a 2020/21
(em milhares de toneladas métricas)

Esmagamento/País	2017/18	2018/19	2019/20	2020/21
China	90000	85000	91500	96000
Estados Unidos	55926	56935	58910	59194
Brasil	44205	42527	46000	46750
Argentina	36933	40567	38770	41500
Total Mundial	294992	298671	311496	322059
Percentual*	76.97	75.34	75.50	75.59

*Percentual do esmagamento somados pela China, Estados Unidos, Brasil e Argentina, em relação ao esmagamento mundial de soja.

Fonte: Elaborada pelos autores com base em *Oilseeds* (2021).

Ainda, quanto ao esmagamento, em termos de variações percentuais, abrangendo o período 2017/18-2020/21, o *ranking* é liderado pela Argentina, enquanto, à China, ocupa a segunda posição, com quase metade do esmagamento da Argentina (variação de 12,35% contra 6,67%), conforme pode ser visualizado na Figura 4. Entre os três maiores produtores de soja, o Brasil ocupa a terceira posição, com variação de 5,76% (Figura 4).

Em termos da evolução da área colhida com soja, observa-se que, enquanto a área colhida nos Estados Unidos apresenta tendência de queda, à área na Argentina permaneceu, praticamente estável, no caso do Brasil, observa-se tendência de aumento na área colhida no período 2017/18-2020/21 (Tabela 5).

Os dados envolvendo variação percentual para o mesmo período, mostram que, ocorreu retração de 8,07%, na área colhida com soja nos Estados Unidos, enquanto, as áreas colhidas no Brasil e Argentina, cresceram 9,82% e 1,23%, respectivamente, para o mesmo período (Figura 5). A justificativa para a redução da área colhida com soja nos Estados Unidos, deve-se sobretudo ao fato de que os Estados Unidos começaram a incentivar desde a década passada, a produção de etanol a base de milho, visando assim, reduzir sua dependência em relação ao

petróleo do Oriente Médio. Dado que, os Estados Unidos não possuem mais áreas de fronteira agrícola, a única alternativa consiste na substituição de culturas, ou seja, para se plantar mais milho, é necessário reduzir a área com a produção de soja. No caso do Brasil, o aumento de área decorre, principalmente, com a incorporação de matas nativas ao processo produtivo, uma vez que, o país dispõe de fronteira agrícola, e, também, porém, em menor escala, na substituição de outras culturas pela soja, em função das alterações nos preços relativos dos produtos agrícolas.

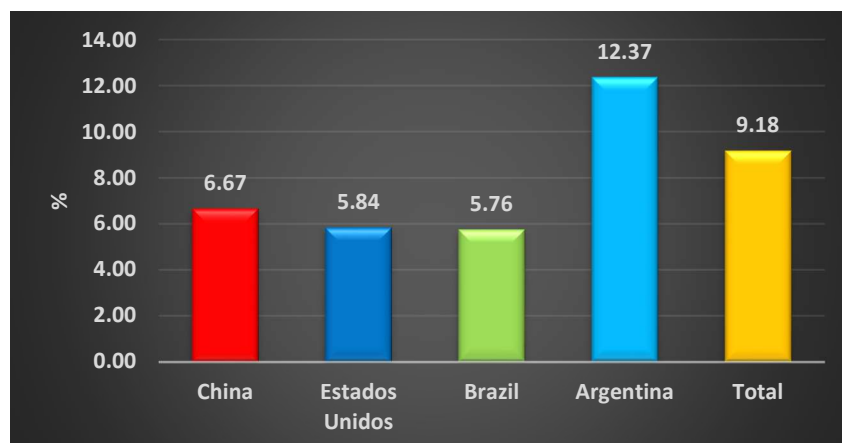


Figura 4. – Variação Percentual do Esmagamento de Soja, China, Estados Unidos, Brasil, Argentina e Mundo, 2017/18-2020/21.

Fonte: Elaborada pelos autores com base em *Oilseeds* (2021).

Tabela 5. Área Colhida de Grão de Soja por País e Taxa de Variação Percentual para o período 2017/18 a 2020/21 - (em milhares de hectares)

Área Plantada por País	2017/18	2018/19	2019/20	2020/21
Estados Unidos	36236	35448	30327	33313
Brasil	35150	35900	36900	38600
Argentina	16300	16600	16700	16500

Fonte: Elaborada pelos autores com base em *Oilseeds* (2021).

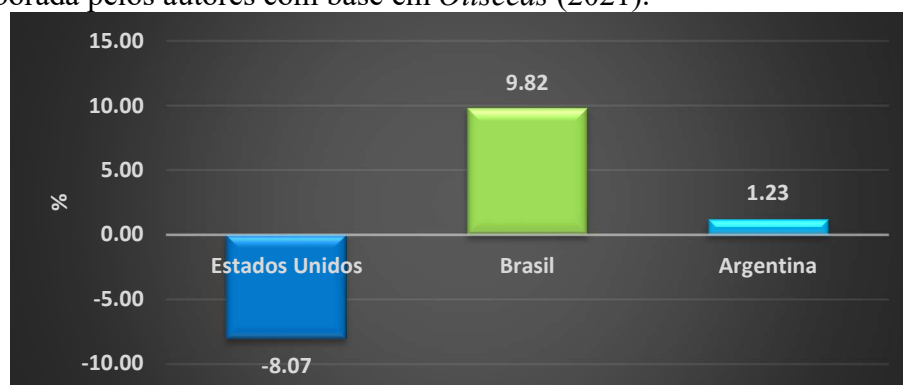


Figura 5. – Variação Percentual Área Colhida com Soja, Estados Unidos, Brasil e Argentina, 2017/18-2020/21.

Fonte: Elaborada pelos autores com base em *Oilseeds* (2021).

Com base nas informações das Tabelas 1 e 5, é possível determinar a produtividade para Brasil, Argentina e Estados Unidos. Observa-se que na maior parte do período compreendido entre os anos safras de 2017/18 a 2020/21, o Brasil foi o país que apresentou a maior produtividade por área, com exceção no ano safra de 2018/19.(Tabela 6).

Em termos de produtividade média para o período 2017/18 a 2020/21, observa-se que, em ordem decrescente, o país que apresenta a maior produtividade é o Brasil com 3,47 toneladas por hectare, seguido pelos Estados Unidos com 3,32 toneladas por hectare e, finalmente, à Argentina com 2,86 toneladas por hectare (Figura 6). Dado que, uma saca de soja pesa 60 quilos, basta dividir a quantidade produzida em toneladas por hectare, e dividir por 60 quilos. Neste caso, a produtividade da soja no Brasil, é igual a 57,82 sacas por hectare, enquanto, para os Estados Unidos é igual a 55,33 sacas por hectare, e, no caso da Argentina, sua produtividade é de 47,59 sacas por hectare.

Tabela 6. Área Colhida de Grão de Soja por País e Taxa de Variação Percentual para o período 2017/18 a 2020/21 - (em toneladas por hectares)

Produtividade por País	2017/18	2018/19	2019/20	2020/21
Estados Unidos	3.31	3.40	3.19	3.38
Brasil	3.51	3.33	3.48	3.55
Argentina	2.32	3.33	2.92	2.85

Fonte: Elaborada pelos autores com base em *Oilseed* (2021).

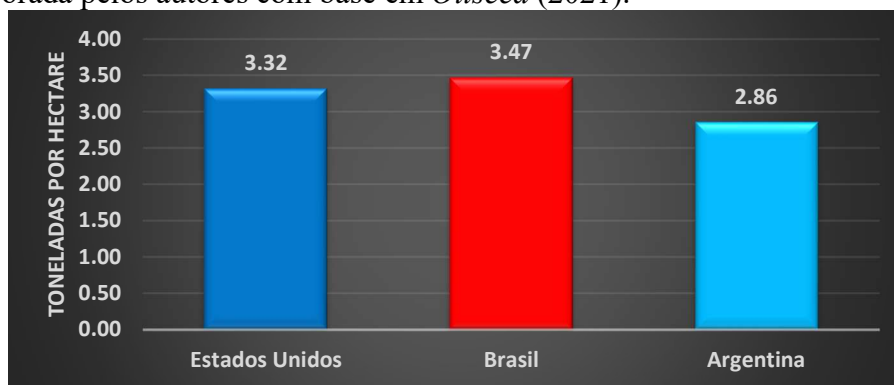


Figura 6. – Produtividade Média por Área Colhida com Soja, Estados Unidos, Brasil e Argentina, 2017/18-2020/21.

Fonte: Elaborada pelos autores com base em *Oilseeds* (2021).

4- Mercado de Soja no Brasil: panorama geral

Especificamente, em relação ao Brasil, conforme dados da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2021), para o período de 2017/18 a 2020/21, na média, a região Centro Oeste produziu 58.119 mil toneladas, configurando-se como a principal região produtora de soja no Brasil. Em segundo lugar, está a região Sul, com a produção de 39.494 toneladas (Tabela 7).

Ainda, levando-se em consideração a produção média de soja, para o período 2017/18 a 2020/21, a região Centro Oeste, concentrou 46,16% da produção brasileira de soja, sendo que, a segunda região que mais produz soja, é a região Sul, com 31,36% (Figura 7). Portanto, somente estas duas regiões, respondem por 77,5% da produção brasileira de soja (Figura 7).

O destaque na região Centro Oeste, fica por conta do Estado de Mato Grosso, o qual, representa sozinho, na média para o período 2017/18 a 2020/21, cerca de 27,4% da produção nacional de soja.

Tabela 7. Produção de Grão de Soja, Produção Média e Participação Média, Brasil e Regiões, para o período 2017/18 a 2020/21 - (em milhares de toneladas)

Região/País	2017/18	2018/19	2019/20	2020/21 Previsão (¹)	MÉDIA
NORTE	6012	6147	6902	7321	6596
NORDESTE	11903	11035	11820	12870	11907
CENTRO-OESTE	55398	55058	60698	61322	58119

SUDESTE	9157	8614	10131	11318	9805
SUL	40788	38864	35295	43032	39494
BRASIL	123259	119718	124845	135861	125921

(¹) Estimativa em junho/2021.

Fonte: Elaborada pelos autores a partir de dados básicos da CONAB (2021).

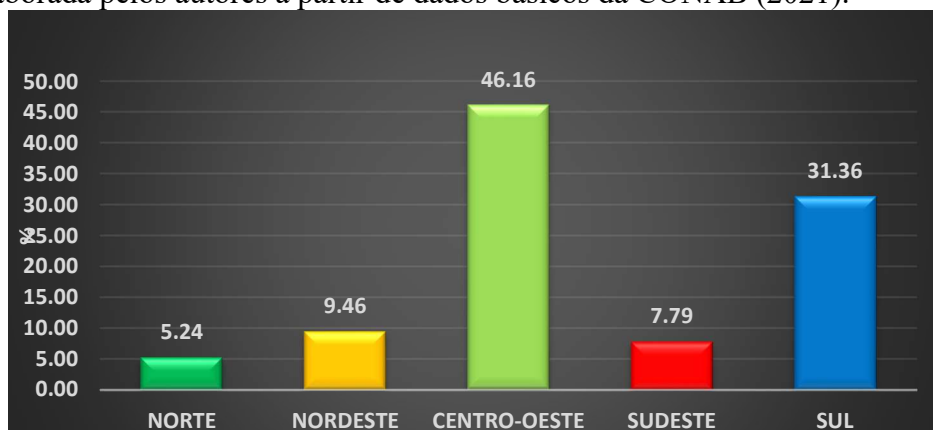


Figura 7. Produção Média de Grão de Soja por Região, Brasil, Período 2017/18 – 2020/2021.

Fonte: Elaborada pelos autores a partir de dados básicos da CONAB (2021).

A área plantada com soja no Brasil, na média, para o período 2017/18 a 2020/21, também, está concentrada nas Regiões Centro Oeste e Sul, com 16402 e 12044 mil hectares, respectivamente (Tabela 8). Individualmente, o destaque é para o Estado de Mato Grosso, o qual, detém 27% da área plantada com soja no país.

Tabela 8. Área Plantada de Grão de Soja e Área Média Plantada, Brasil e Regiões, para o período 2017/18 a 2020/21 - (em milhares de hectares)

Região/País	2017/18	2018/19	2019/20	2020/21 Previsão (¹)	MÉDIA
NORTE	1932	1988	2111	2312	2086
NORDESTE	3264	3332	3357	3544	3374
CENTRO-OESTE	15649	16103	16640	17216	16402
SUDESTE	2470	2571	2757	3061	2715
SUL	11835	11880	12085	12375	12044
BRASIL	35149	35874	36950	38509	36620

(¹) Estimativa em junho/2021.

Fonte: Elaborada pelos autores a partir de dados básicos da CONAB (2021).

Em termos de participação, a área plantada média para o período 2017/18 – 2020/21, destacam-se as regiões Centro Oeste e Sul, com participação média cada uma com 44,78% e 32,89%, respectivamente (Figura 8).

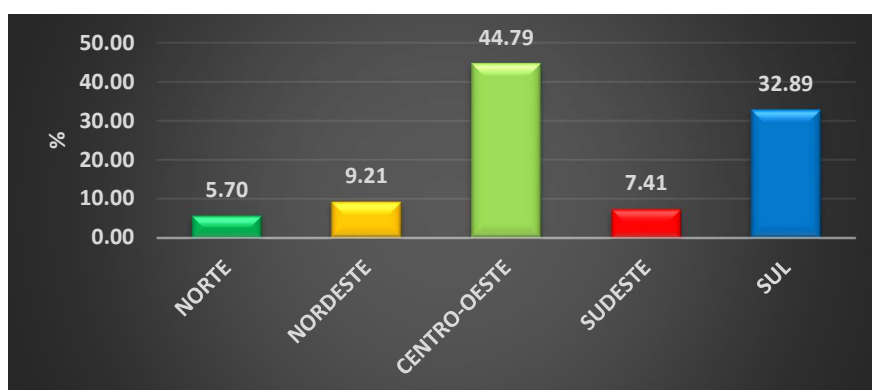


Figura 8. Área Média Plantada com Soja por Região, Brasil, Período 2017/18 – 2020/2021.

Fonte: Elaborada pelos autores a partir de dados básicos da CONAB (2021).

A Tabela 9, apresenta a produtividade da soja por região e Brasil, para o período de 2017/18 até 2020/21. Os dados indicam que a região que tem a maior produtividade por área, é a região Sudeste. Apesar dos destaques no mercado de soja serem as regiões Centro Oeste e Sul, as quais apresentam maior produção e área plantada, a região Sudeste é aquela que apresenta a maior produtividade, com destaque para o estado de São Paulo. Isto, basicamente, se justifica pelo seguinte fator. O estado de São Paulo, não dispõem de fronteira agrícola, diferentemente do que acontece em relação à região Centro Oeste, sendo assim, para aumentar a produção de soja, há dois caminhos, um seria reduzir a área de algum outro produto para alavancar a área com a produção de soja, efeito esse decorrente das mudanças nos preços relativos. No caso de São Paulo, a soja teria a concorrência da cana-de-açúcar e pastagens. Alternativamente, intensificar o uso de tecnologias modernas, tais como, fertilizantes, defensivos agrícolas, máquinas e tratores, semente melhoradas geneticamente etc., visando assim alavancar a produtividade mantendo a área plantada com soja, ou seja, sem proporcionar significativas alterações na área plantada com soja.

Tabela 9. Produtividade da Soja, Brasil e Regiões, para o período 2017/18 a 2020/21
(Em Kg/hectare)

Região/País	2017/18	2018/19	2019/20	2020/21 Previsão ⁽¹⁾
NORTE	3.11	3.09	3.27	3.17
NORDESTE	3.65	3.31	3.52	3.63
CENTRO-OESTE	3.54	3.42	3.65	3.56
SUDESTE	3.71	3.35	3.68	3.70
SUL	3.45	3.27	2.92	3.48
Brasil	3.51	3.34	3.38	3.53

⁽¹⁾ Estimativa em junho/2021.

Fonte: Dados básicos da CONAB (2021).

A produtividade média da soja para o período 2017/18 a 2020/21, mostra que, a região Sudeste é aquela que apresenta maior produtividade por área com 3,61 Kg/ha, sendo seguida pela região Centro Oeste com produtividade média de 3,54 Kg/há. Em terceiro lugar, porém, muito próxima da região Centro Oeste, está a região Nordeste com 3,53 Kg/ha (Figura 9).

5- Questões da Logística para Exportação de Soja no Brasil

Apesar de ter dimensão continentais e ser o principal *player* no mercado mundial de soja, o Brasil, transporta expressiva parcela da sua safra de soja pelo modal rodoviário, o qual, é mais caro do que o transporte efetuado pelos modais hidroviário e ferroviário, contrariamente ao que ocorre na Argentina, onde predomina o modal ferroviários e nos Estados Unidos, com o predomínio do modal hidroviário. Neste caso, a competitividade do país no mercado internacional de soja, basicamente está atrelada, a sua elevada produtividade, que, até o momento, mais que compensa os custos de nossa infraestrutura deficiente. Também, outro fator favorável, é a posição geográfica do país, a qual, permite que o transporte marítimo do Brasil para à China, principal mercado demandante de soja, tenha menores custos de transporte em relação à soja produzida nos Estados Unidos e embarcada para à China.

As áreas produtoras de soja no Brasil estão relativamente afastadas dos respectivos portos para exportação dessa *commodity*, fato este que encarece os custos com seu transporte até o porto de destino no Brasil.

Conforme *Soybean Transportation Guide – Brazil* (2021), os portos das regiões Sul e Sudeste são responsáveis por 62% de toda soja exportada pelo Brasil, enquanto, os portos da

região Nordeste, representam 26%, e, os portos da região Norte respondem por 12% (Figura 10).

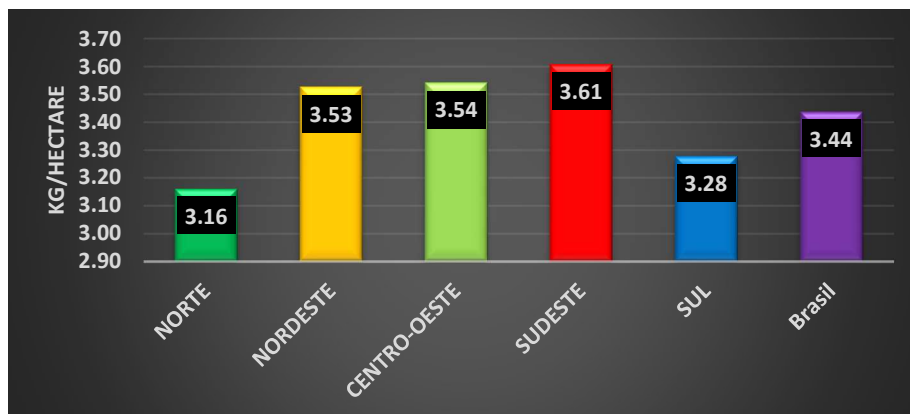


Figura 9. Produtividade Média da Soja por Região, Brasil, Período 2017/18 – 2020/2021.

Fonte: Elaborada pelos autores a partir de dados básicos da CONAB (2021).

De maneira geral, em relação ao escoamento da soja na região Norte, observa-se que, uma parte da produção de soja do norte de Mato Grosso vai de caminhão pela BR364 até Porto velho em Rondônia (em média 1.000 Km), onde a soja é carregada em barcaças, e, via os rios Madeira e Amazonas, chega ao porto de Santarém no Pará para ser embarcada em navios graneleiros para exportação. Ainda, em relação ao escoamento da soja originada do norte de Mato Grosso, utiliza-se o modal rodoviário pela rodovia BR163 até o porto de Itaituba/Miritituba, onde a soja é transferida para barcaças e levada até o porto de Santarém para exportação (Figura 10).

Alternativamente, outra saída da soja para exportação pela região Norte, consiste em transportar a soja produzida em Mato Grosso, Goiás, e Tocantins, pelas rodovias BR158 e BR153, até o porto fluvial de Marabá, onde a soja é transferida para barcaças e transportada até o porto de Barcarena para exportação (Figura 10).

A soja produzida no sul do Maranhão e sul do Piauí, tem como porto de destino para exportação, o porto de São Luís, sendo que, o transporte dessa soja até São Luís ocorre via modal rodoviário (Figura 10).

A soja produzida no oeste da Bahia, tem duas alternativas. Seguir de caminhão pela BR242 até Salvador, ou, também, via modal rodoviário, porém pela BR415 até o porto de Ilhéus (Figura 10).

Em relação á região Sul, a soja produzida no oeste do Rio Grande do Sul, segue por caminhão, utilizando a rodovia BR392 até o porto de Rio Grande (Figura 10).

Parte da soja produzida em Mato Grosso, Mato Grosso do Sul Paraná, é transportada pelo modal rodoviário até o porto de Paranaguá (Figura 10).

Finalmente, parte da soja produzida nas regiões Centro Oeste e Sudeste (Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás e Minas Gerais), é transportada via caminhão, e, outra parcela é transportada por ferrovia, a partir do terminal ferroviário de Rondonópolis em Mato Grosso até o porto de Santos em São Paulo (Figura 10).

Os números no mapa abaixo, representam as principais cidades de origem da soja a ser transportada, sua respectiva rota e seu respectivo modal de transporte (Figura 11). Como pode ser observado, predomina o modal rodoviário, apesar das longas distâncias entre a produção da soja e seu destino final para exportação.

Basicamente, a produção de soja para exportação da região Centro Oeste, a mais importante região produtora do país, tem as seguintes opções. Uma parte dessa produção é

escoada via rodovia-ferrovia com destino à região Sudeste (Santos), por caminhões e barcaças para os portos da região Norte, e, principalmente por caminhões em direção ao porto da região Sul (Paranaguá). Outra importante região produtora e exportadora de soja, consiste no noroeste do Rio Grande do Sul, sendo que, predomina o modal rodoviário e o porto de destino fica em Rio Grande (Figura 11). Também, se destaca o escoamento da safra de soja até o porto de Paranaguá, utilizando, principalmente, o modal rodoviário, sendo que, este porto, recebe caminhões do próprio estado do Paraná, de Goiás, Mato Grosso do Sul, e, inclusive, Mato Grosso (Figura 11).

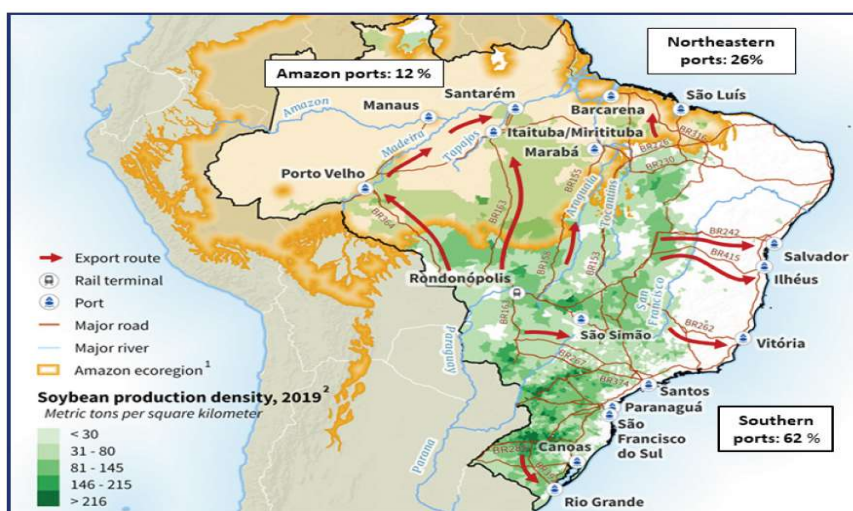


Figura 10. – Rotas, Modais de Transporte e Portos de Exportação de Soja, Brasil, 2019.

1 World Wildlife Fund.

2 Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)—Produção Agrícola Municipal.

Fonte: USDA/Agricultural Marketing Service (AMS) and USDA/Foreign Agricultural Service (FAS), 2021.

Dado o aumento, ao longo dos últimos anos, da produção de soja na região Centro Oeste, e, em função dos gargalos para o escoamento do volume cada vez maior da safra de soja vinda dessa região para exportação pelos portos do Sudeste (Santos) e Sul (Paranaguá), isso resultou na elevação dos custos de transporte da safra de grãos. Em razão destas dificuldades, iniciaram-se estudos de viabilidade de exportação da safra de grãos, com ênfase na soja, pelos portos da região Norte. Os portos das regiões Norte e Nordeste, estão situados acima do Paralelo 16, e são denominados de portos que formam o Arco Norte.

Basicamente, dois fatores são relevantes para a competitividade para o escoamento da safra de soja pelos portos do Arco Norte. Em função das próprias características da região Norte, seus rios apresentam excelente navegabilidade, permitindo o transporte de grãos por barcaças, cujos custos são inferiores ao do modal rodoviário. Outro fator geográfico, se refere a altitude, enquanto, para fazer a soja chegar aos portos do Sul e Sudeste, é necessário ultrapassar grandes altitudes (Serra do Mar), no caso da região Norte, tratam-se de planícies (pequenas variações de altitude), sendo que, este fator, contribui significativamente para a redução do custo de transporte de grãos.

A Figura 12, apresenta as distâncias a serem percorridas em milhas⁶ pelos caminhões que saem com carregamento de soja das regiões Norte, Sudoeste e Nordeste de Mato Grosso, tendo como cidades de referência Sorriso, Primavera do Leste e Canarama, respectivamente, para os portos de Santos (Sudeste) e Paranaguá (Sul) e as distâncias percorridas pelos

⁶ Uma milha equivale a 1,60934 km.

caminhões com origem nas mesmas três cidades de referência, porém, em direção aos portos do Arco Norte⁷, Itaituba (Pará), Porto Velho (Rondônia) e Santarém (Pará). Com base nas informações da Figura 12, na média, pelo modal rodoviário, até o porto de Santos, são 1013,67 milhas (1631,33 Km), até o porto de Paranaguá, nas média, são 1104 milhas (1776,71 Km). Por outro lado, levando-se em consideração os três portos do Arco Norte, tendo como referência as mesmas cidades de Mato Grosso, a distância média a ser percorrida pelo modal rodoviário até esses portos é igual a 726,66 milhas (1169,45 Km).

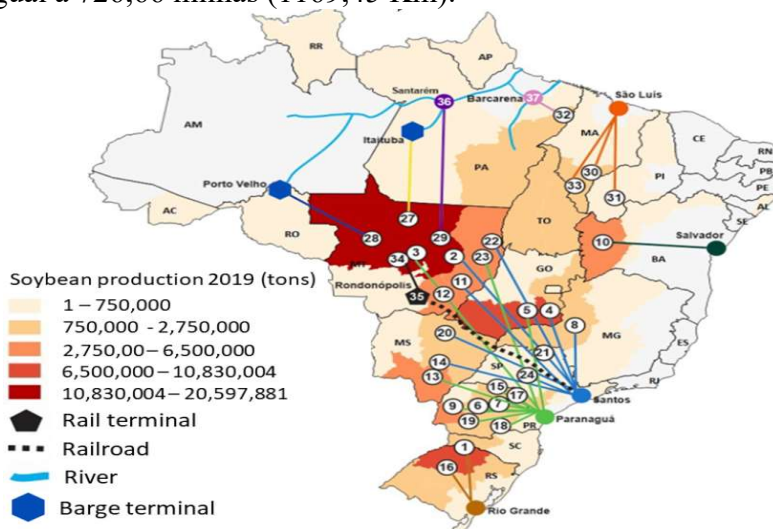


Figura 11. Origem, destino e modal utilizado para o transporte da safra de soja no Brasil.

Fonte: USDA/Agricultural Marketing Service (AMS) and USDA/Foreign Agricultural Service (FAS), 2021.

Conforme Notícias Agrícolas (2021), uma “barcaça (unidade que compõe a embarcação) pode transportar até 1.500 toneladas em cargas. Na comparação com o transporte rodoviário, cada barcaça equivale a 60 carretas, que podem transportar no máximo até 25 toneladas”. Ainda, conforme Notícias Agrícolas (2021), comparando-se o transporte fluvial em relação ao modal ferroviário, o primeiro, também, é mais eficiente economicamente, uma vez que, uma barcaça substitui quinze vagões com capacidade para carregar cem toneladas. Portanto, é mais vantajoso para a região Norte de Mato Grosso, utilizar a combinação do modal rodoviário e fluvial para a exportação da soja pelos portos do Arco Norte, do que usar exclusivamente o modal rodoviário até os portos das regiões Sul e Sudeste.

No total da soja exportada pelo Brasil, 31,9% têm origem em Mato Grosso, sendo que, a soja vinda do norte de Mato Grosso, corresponde a 8,7% do que é exportado pelo porto de Santos, enquanto Paranaguá participa com 8,0%, e os portos do Arco Norte, contribuem com 15,2% do total de soja exportado pelo país.

A Figura 13, apresenta a percentual de soja exportada em cada porto no Brasil em 2019. No referido ano, do total de soja exportado pelo país, 25,6% da soja foi exportada pelo porto de Santos, enquanto, o porto de Paranaguá participou com 31,1%, Rio Grande com 13,8%, São Luís 6,2%, Barcarena 1,5%, Salvador 6,6%, Itaituba 5,4%, Porto Velho 5,7%⁸ e Santarém com 4,1%, respectivamente. Portanto, do total de soja exportada pelo país, 25,6% têm origem na

⁷ É necessário realçar que, os portos do Arco Norte, envolvem os portos das regiões Norte e Nordeste, são eles: São Luís (MA), Barcarena (PA), Salvador (BA), Itaituba (PA), Porto Velho (RO) e Santarém (PA). No entanto, está sendo analisado somente o escoamento da produção de soja do norte de Mato Grosso, cujos portos relevantes são os três últimos citados.

⁸ Lembrando que, a soja embarcada em Porto Velho, segue em barcaças pelo rio Madeira até os portos de Itaquatiara e Santarém, onde é transferida para os navios.

região Sudeste, enquanto, a região Sul participa com 44,9% e os portos do Arco Norte com 29,5%.

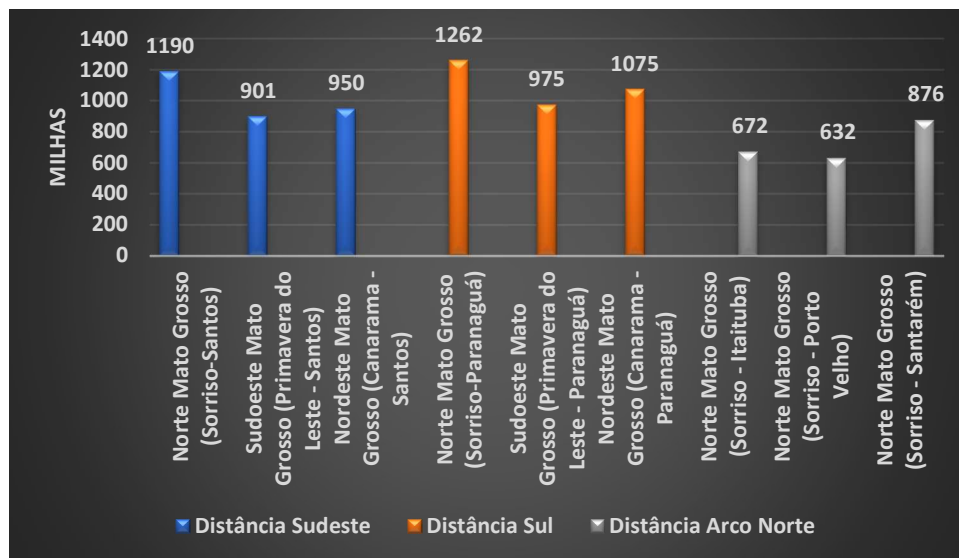


Figura 12.- Distância entre as regiões de referência produtoras de soja no norte de Mato Grosso até os portos das regiões Sul, Sudeste e do Arco Norte, em milhas, 2019.

Fonte: Elaborada pelos autores USDA/Agricultural Marketing Service (AMS) and USDA/Foreign Agricultural Service (FAS), 2021.

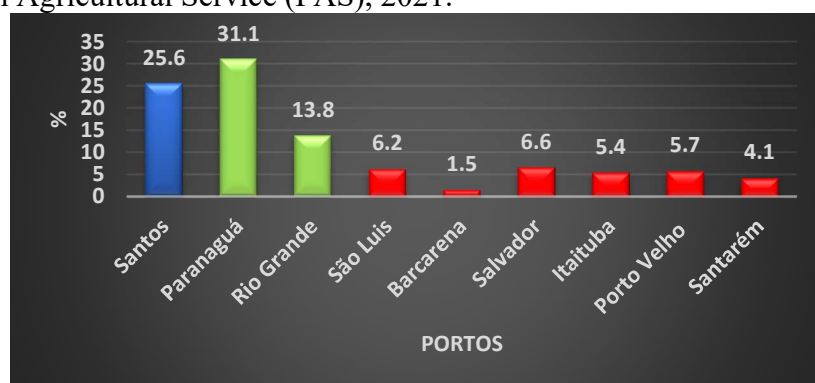


Figura 13. – Participação Percentual da Exportação de Soja por Porto, Brasil, 2019.

Fonte: Elaborada pelos autores a partir de dados do USDA/Agricultural Marketing Service (AMS) and USDA/Foreign Agricultural Service (FAS), 2021.

A Figura 14, apresenta os custos de transporte da soja em função das principais regiões base de embarque da soja, bem como, os respectivos modais de transporte utilizados até os porto de destino para exportação, com base nos valores relativos ao primeiro trimestre de 2021. Com base no modal rodoviário, o maior custo de transporte recai sobre a soja cuja origem é o norte de Mato Grosso e tem como destino final o porto de Santos, com frete igual a 61 US\$ / t. métrica. O menor custo de transporte ocorre no trajeto da soja com origem no noroeste do Rio Grande do Sul e destino final no porto de Rio Grande, com frete igual a 20 US\$ / t. métrica (Figura 14). Este diferencial se deve a distância percorrida, pois do norte de Mato Grosso até Santos, são 1.190 milhas, enquanto, do noroeste do Rio Grande do Sul até Rio Grande, são, apenas, 288 milhas. O único trecho que envolve os modais rodoviário/ferroviário, tem como origem a soja vinda do norte de Mato Grosso e destino o porto de Santos, a qual, tem um custo igual a 53 US\$ / t. métrica, ou seja, a combinação de transporte dos modais rodoviário/ferroviário representa, somente, 86%, do custo da utilização exclusiva do modal

rodoviário com origem no norte de Mato Grosso até o porto de Santos. Em relação ao frete marítimo, não há expressivos diferenciais (Figura 14). Finalmente, em relação ao custo total de transporte da soja, o qual, leva em consideração todos os modais envolvidos, até o respectivo porto de destino, o mais caro é o transporte da soja com origem no norte de Mato Grosso até o porto de Santos, utilizando exclusivamente, o modal rodoviário, o qual tem custo igual a 98 US\$ / t. métrica. Com base na mesma região de origem até o porto de Santos, só que, utilizando a combinação dos modais rodoviário/ferroviário, o custo total é igual a 90 US\$ / t. métrica, ou seja, 91,83% do custo em relação ao modal exclusivamente rodoviário. Lembrando que, pelo modal unicamente rodoviário, são 1.190 milhas do norte de Mato Grosso até o porto de Santos, enquanto, pela combinação dos modais rodoviário/ferroviário, são 382 milhas, com a soja originada em Sorriso até Rondonópolis onde se localiza o terminal ferroviário e mais 1.091 milhas até o porto de Santos, com a distância total sendo equivalente a 1.473 milhas.

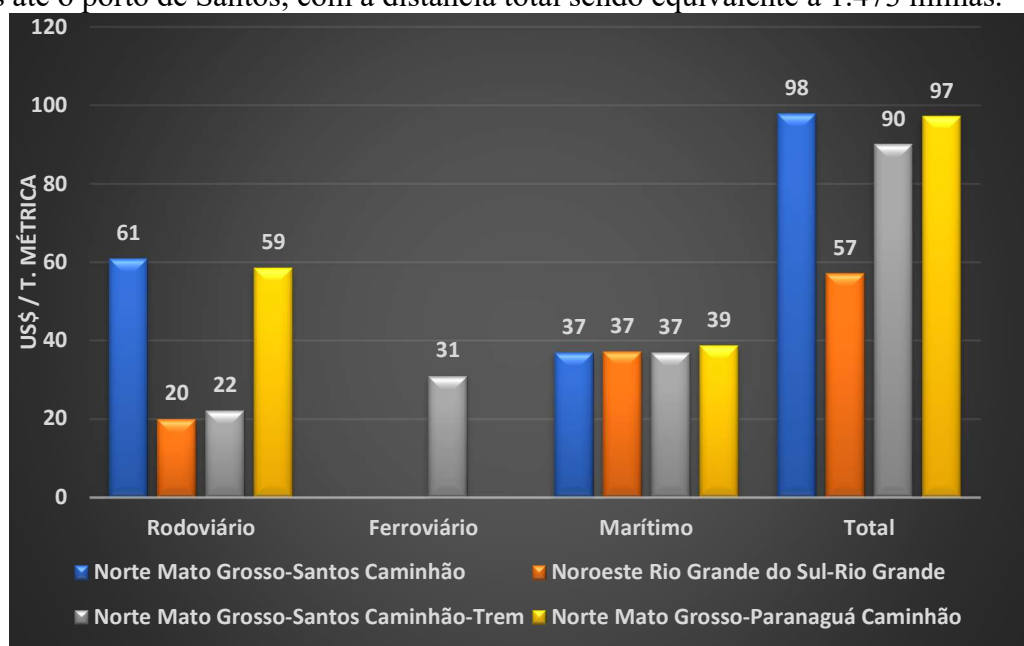


Figura 14.- Origem da Produção de Soja, Tipo de Modal até o Porto de Destino, Regiões Sul e Sudeste, Brasil, Primeiro Trimestre de 2021.

Fonte: Elaborada pelos autores a partir de dados do USDA/Agricultural Marketing Service (AMS) and USDA/Foreign Agricultural Service (FAS), 2021

Em relação aos portos do Arco Norte, uma parte da soja com origem no norte de Mato Grosso utiliza somente o modal rodoviário até o porto de Santarém, neste caso, o frete rodoviário é igual a 40 US\$ / t. métrica no primeiro trimestre de 2021, sendo o mais caro (Figura 15). Outra parcela da soja produzida no norte de Mato Grosso, tem como destino o porto de Barcarena, sendo que, neste caso, utiliza-se a combinação dos modais rodoviário/hidroviário, com a soja indo de caminhão até Marabá, onde é feito o transbordo para barcaças, a seguir, é transportada até o porto de Barcarena para exportação, neste caso, o custo de transporte somente pelo modal rodoviário é igual a US\$ 35 / t. métrica. Porém, ao levar em consideração, também, o frete pela hidrovia, o qual é igual a US\$ 16 / t. métrica, o custo se eleva para a 51 US\$ / t. métrica. No entanto, o frete marítimo é o mais caro de todas as demais opções de exportação pelos portos do Arco Norte. No total, ainda é mais vantajoso utilizar somente o modal rodoviário, cujo custo equivale a 91 US\$ / t. métrica contra 93 US\$ / t. métrica dos modais rodoviário/hidroviário (Figura 15). Este resultado, provavelmente, mostra que há ineficiência em infraestrutura na região, pois a hidrovia, que é um transporte mais barato que o rodoviário, ainda, não se mostra competitiva. Apesar da soja com origens no sul do Maranhão e sudoeste

do Piauí, serem transportadas exclusivamente pelo modal rodoviário, essas duas regiões se mostram as mais competitivas, porém, isso é decorrência da proximidade das respectivas regiões em relação ao porto de São Luís, sendo estas distâncias iguais a 482 milhas e 606 milhas, respectivamente.

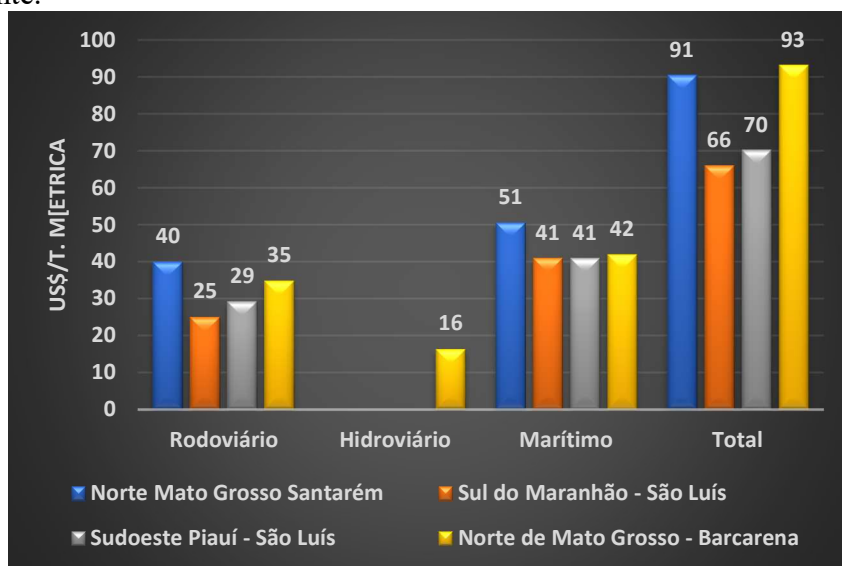


Figura 15.- Origem da Produção de Soja, Tipo de Modal até o Porto de Destino, Regiões Norte e Nordeste, Brasil, Primeiro Trimestre de 2021.

Fonte: Elaborada pelos autores a partir de dados do USDA/Agricultural Marketing Service (AMS) and USDA/Foreign Agricultural Service (FAS), 2021

Dado que, o principal importador da soja brasileira é a China, lembrando que, as importações da China representam oito vezes as exportações de soja para a União Europeia, segundo maior mercado da soja brasileira, torna-se relevante analisar a questão do frete marítimo. A Figura 16, apresenta o valor do frete marítimo para o primeiro trimestre de 2021, com base no respectivo porto de exportação. Dado seus respectivos posicionamentos geográficos, o custo do frete para à China (Xangai), é menor para os portos das regiões Sudeste e Sul, sendo que, o destaque fica para o porto de Santos, com frete marítimo igual a 37 US\$ / t. métrica (Figura 16). Todos os portos das regiões Sudeste e Sul apresentam fretes inferiores a 40 US\$ / t. métrica, enquanto, os portos do Arco Norte, apresentam fretes mais elevados e todos acima de 40 US\$ / t. métrica (Figura 16). Na média, o frete marítimo para os portos das regiões Sul e Sudeste é igual a 36,66 US\$ / t. métrica, enquanto, na média, também, o frete marítimo para os portos do Arco Norte é igual a 41,54 US\$ / t. métrica. Portanto, é mais caro, na média, exportar a soja pelos portos do Arco Norte em relação aos portos das regiões Sul e Sudeste, ou seja, em termos de variação percentual, o custo é 13,31% mais caro, na média, exportar pelos portos do Arco Norte relativamente aos portos das regiões Sul e Sudeste. Possivelmente, estes resultados possam ser revertidos, em termos geográficos, quando se considera as exportações de soja para a União Europeia, onde, provavelmente, os custos do frete marítimo nos portos do Arco Norte, devem ser inferiores àqueles praticados no portos das regiões Sul/Sudeste, porém, isto está fora do escopo deste texto, pois, objetiva-se analisar a soja que vai efetivamente para a Ásia.

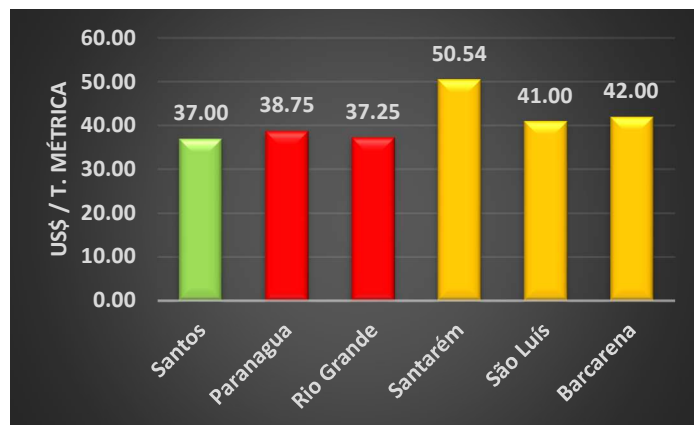


Figura 16.- Frete Marítimo a partir do Porto de Origem até Xangai, Valores em US\$ / t. métrica, Brasil, Primeiro Semestre de 2021.

Fonte: Elaborada pelos autores a partir de dados do USDA/Agricultural Marketing Service (AMS) and USDA/Foreign Agricultural Service (FAS), 2021.

6- Dados

O próximo passo é analisar o comportamento dos valores dos fretes rodoviários e os fluxos de veículos pesados nas rodovias dos estados de São Paulo e Paraná. A justificativa é que expressiva parcela da soja exportada pelo modal rodoviário, que tem origem na região Centro Oeste, utiliza as estradas paulistas e paranaenses, em direção aos portos de Santos e Paranaguá, os quais são as maiores portas de saída da soja brasileira rumo ao mercado internacional. Os dados sobre o frete rodoviário, se referem ao frete de soja transportada por caminhão, cuja unidade é US\$ / t. métrica / 100 milhas, cujas fontes são University of São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz,” Brazil (ESALQ/USP) and USDA, Agricultural Marketing Service (2021). A série é mensal, e, inicia-se em janeiro de 2003 e estende-se até março de 2021. As séries dos índices de fluxos de veículos pesados, cuja base é 1999=100, nas rodovias dos estados de São Paulo e Paraná, tem como fonte a Associação Brasileira das Concessionárias de Rodovias (ABCR).

Porém, antes de iniciar a análise das respectivas séries, é necessário conhecer o período de safra, comercialização e transporte da soja no Brasil. Conforme apresentado em Machado e Margarido (2004), com base em dados da Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais (ABIOVE), a safra de soja no Brasil, se inicia entre fevereiro/março, dependendo das condições climáticas e sua comercialização e transporte se estende até setembro/outubro (Figura 17).

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
EUA												
BRAZIL												
ARGENTINE												

Figura 17.- Períodos de Safra e Comercialização, Soja, Brasil, Argentina e Estados Unidos.

Fonte: Elaborada por Machado e Margarido (2004) com base em informações da ABIOVE.

7- Métodos e Análise de Resultados

Foi utilizado o método da Decomposição *X-13 ARIMA SEATS*⁹, conforme apresentado pelo *U.S. Census Bureau* (2017), para dessazonalizar as séries do frete de caminhões, e, fluxos de veículos pesados nas rodovias de São Paulo e Paraná. A Figura 18, apresenta os índices

⁹ Detalhes sobre o Método X13-ARIMA SEATS e sua aplicação podem ser encontrados em MARGARIDO (2021).

sazonais mensais médios para as três variáveis dessazonalizadas, as quais, são denominadas *ÍNDICES SAZONAIS MÉDIOS FRETE*, *ÍNDICES SAZONAIS MÉDIOS PESADOS SP* e *ÍNDICES SAZONAIS MÉDIOS PESADOSPR*, respectivamente.

No caso dos índices médios sazonais para o fluxo de veículos pesados nas rodovias paulistas, o pico dos índices ocorre em **outubro** com valor igual a **106,81**, enquanto, o valor mínimo ocorre em **fevereiro** com valor de **88,24**. Para o fluxo de veículos pesados nas rodovias paranaenses, o pico ocorre em **março** com valor igual a **108,65**, enquanto, o seu vale, ou valor mínimo, ocorre em **dezembro** com valor de **92,29**. Finalmente, quanto os índices sazonais médios para a variável valor do frete, o seu valor máximo acontece em **março** com valor igual a **107,95** e valor mínimo em **dezembro** com valor igual a **91,20** (Figura 18).

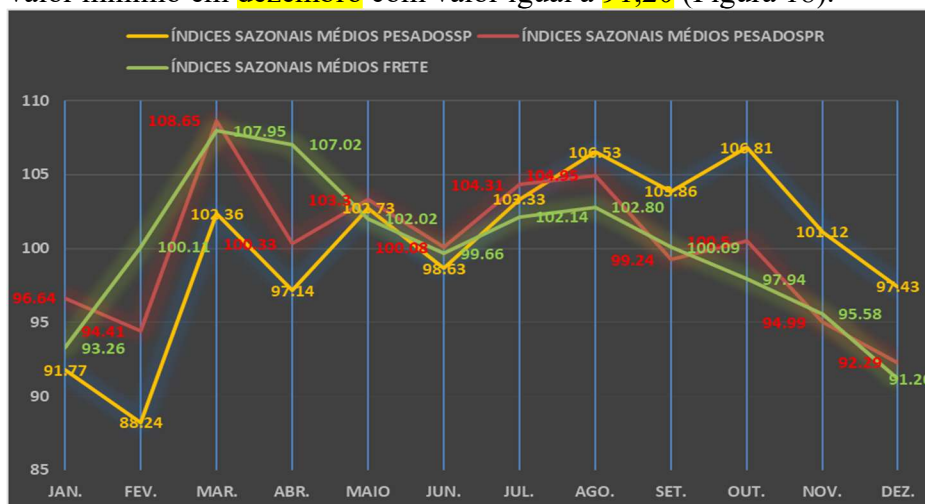


Figura 18.- Índices Sazonais Médios Mensais, Índices dos Fluxos de Veículos Pesados nas Estradas de São Paulo e Paraná e Frete de Caminhões do Brasil, Janeiro de 2003 – Junho de 2021.

Fonte: Elaborada pelos autores a partir de dados básicos da ABCR e USDA.

Foram calculados os coeficientes de correlação¹⁰ entre o fluxo de veículos pesados nas estradas do Paraná e o frete de caminhões e entre o fluxo de veículos pesados nas estradas paulistas e o frete de caminhões. Os resultados mostram coeficiente de correlação igual a 79,56% no primeiro caso e igual a 28,32% no segundo caso.

Em relação ao Paraná, é necessário destacar que o estado é um dos principais produtores de soja no Brasil, sendo assim, é natural a elevada correlação com o frete de caminhões. Além disso, não conta com o transporte ferroviário, e, também, é passagem por expressiva parcela de soja com origem na região Centro Oeste, até o porto de Paranaguá. Desta forma, este resultado apresenta-se robusto. Também, o fato de o maior índice sazonal médio estar localizado no mês de março, é função do início da safra de soja no país, conforme constado na Figura 17.

Em contrapartida, em relação aos resultados para o estado de São Paulo, é necessário realçar que, o estado não é um grande produtor de soja, no entanto, é ponto de passagem para relevante parte da produção de soja da região Centro Oeste até o porto de Santos. Também, é necessário realçar que outra parte relevante da produção de soja do Centro Oeste corta o estado de São Paulo, porém, por ferrovia, fator esse que reduz a utilização do modal rodoviário neste estado. Outra possível justificativa para a menor correlação encontrada entre o frete rodoviário para grãos e o fluxo de veículos pesados nas estradas paulistas, e, também, para as diferenças encontradas entre os meses do maior e menor índices sazonais relativamente ao fluxo de veículos pesados no Paraná, se refere ao fato de que a estrutura econômica do estado de São

¹⁰ Detalhes sobre o Coeficiente de Correlação podem ser encontrados em MARGARIDO (2020b).

Paulo tem como base a indústria e não a produção agrícola. Sendo assim, possivelmente, o fato de que o maior índice sazonal para o fluxo de veículos pesados nas estradas paulistas estar em outubro, está relacionado ao fato de que a produção industrial tem seu maior volume no segundo semestre do ano, sendo que, o pico da produção industrial paulista está alocada entre os meses de agosto/setembro, sendo assim, o maior fluxo de veículos pesados nas estradas paulistas, se deve ao transporte dos produtos produzidos pela indústria para as redes varejistas em outubro, para que, estes últimos, possam disponibilizar estes produtos para os consumidores entre os meses de novembro e dezembro, sendo que, dezembro, é o melhor mês da vendas do setor varejista. Por outro lado, o menor fluxo de veículos pesados se refere ao mês de fevereiro, período esse, que tem menos dias úteis (28 ou 29 dias), além de contar, geralmente, com o feriado do carnaval, o qual, é um feriado longo, sendo que, o número de dias úteis é um fator relevante para a produção industrial, e, conseqüentemente para o transporte de carga rodoviário.

A Figura 19, apresenta os respectivos Coeficientes de Amplitudes Sazonais para cada uma das três variáveis. O objetivo, neste caso, é determinar a magnitude da sazonalidade. Conforme pode ser visualizado na Figura 19, a variável que apresenta sazonalidade mais acentuada é o fluxo de veículos pesados nas estradas de São Paulo, com valor do coeficiente igual a 19,04%. A seguir, está o CAS da variável frete de caminhões com valor da ordem de 16,82%, e, finalmente o fluxo de veículos pesados nas estradas paranaenses com magnitude igual a 12,84%.

O resultado de o fluxo de veículos pesados nas estradas paranaenses apresentar menor CAS relativamente ao CAS para o fluxo de veículos pesados nas estradas paulistas, possivelmente, é justificado pelo fato de que o escoamento da produção de soja ocorre ao longo de sete/oito meses, como apresentado na Figura 17, atenuando o fator sazonal, enquanto, o transporte da produção industrial paulista está mais concentrado no segundo semestre do ano, ficando entre dois/três meses, fato esse que acentua a amplitude sazonal.



Figura 19. – Coeficientes de Amplitudes Sazonais, Índices dos Fluxos de Veículos Pesados nas Estradas de São Paulo e Paraná e Frete de Caminhões do Brasil, Janeiro de 2003 – Junho de 2021.

Fonte: Elaborada pelos autores a partir de dados básicos da ABCR e USDA.

Dado que, foi detectada a presença de sazonalidade nas três séries, foi utilizado o método da Decomposição *X13-ARIMA SEATS* para remoção da sazonalidade. Sendo assim, cada série dessazonalizada, frete, preço do petróleo e preço da soja, são denominadas como, *FRETE-d11*, *PET_d11* e *SOYBEAN_d11*, respectivamente. Uma vez que se deseja obter as respectivas elasticidades de transmissão de preços, foi aplicado o logaritmo neperiano a cada uma das três séries, as quais, são denominadas como *l_FRETE-d11*, *l_PET_d11* e *l_SOYBEAN_d11*, respectivamente.

Após a remoção da sazonalidade de cada série, foi aplicado o teste de Raiz Unitária Dickey-Fuller Aumentado (ADF) para a determinação da ordem de integração de cada variável. Os resultados mostram que todas as variáveis são integradas de ordem um (*I(1)*). A seguir, foi estimado um modelo de regressão com as séries em nível, e, os resíduos dessa regressão foram

“capturados”. Após esse procedimento, foi aplicado o teste ADF sobre os resíduos desta regressão. O procedimento anterior, é denominado de teste de cointegração de Engle-Granger. Os resultados mostraram que os resíduos são estacionários. Este resultado mostra que a regressão não é espúria e que as variáveis cointegram, isto é, convergem para o equilíbrio no longo prazo¹¹.

Os resultados da regressão de cointegração de Engle-Granger, encontram-se na Tabela 10. A constante e os coeficientes estimados para as variáveis l_PET_d11 e $l_SOYBEAN_d11$, são estatisticamente significativos ao nível de significância de 1% (Tabela).

Tabela 10.- Resultados da Equação de Cointegração, variáveis l_FRETE_d11 , l_PET_d11 e $l_SOYBEAN_d11$, Janeiro de 2003 – Março de 2021

	coefficient	std. error	t-ratio	p-value
const	-2.02589	0.216356	-9.364	1.05e-017 ***
l_PET_d11	0.609848	0.039101	15.6	3.09e-037 ***
$l_SOYBEAN_d11$	0.1817	0.049816	3.647	0.0003 ***

*** Significativo ao nível de significância de 1%.

Fonte: Elaborada pelos autores a partir de dados básicos do FMI e USDA.

O termo de correção de erro tem valor igual a -0.20046, isto quer dizer que, desequilíbrios na variável frete rodoviário são corrigidos em 20,04% a cada período. Portanto, o longo prazo equivale a, aproximadamente, cinco meses. Com base nestes resultados, uma variação de 1% no preço internacional do petróleo induz variação de 0,6088% no preço do frete rodoviário, em até cinco meses, configurando uma relação inelástica. Por outro lado, uma variação de 1% no preço internacional da soja, resulta na variação de 0,1817% no preço do frete rodoviário em até cinco meses, relação esta, também, inelástica. Portanto, a principal variável para explicar o valor do frete rodoviário, é o efeito combustível, aqui representado pelo preço internacional do petróleo, porém, o efeito produto, representado pelo preço internacional da soja, também, contribui para explicar o valor do frete, porém, em menor magnitude.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O fato de o frete rodoviário estar atrelado ao preço do combustível, o qual por sua vez, está atrelado ao preço internacional do petróleo, é um fator relevante e restritivo para a utilização do modal rodoviário como principal meio de transporte para um país com dimensões continentais, e pode servir de base para o desenvolvimento de projetos envolvendo outros modais mais eficientes economicamente, como, por exemplo, os modais ferroviário, e, sobretudo hidroviário, com ênfase na região do Arco Norte. É necessário ter em mente que, dadas as especificidades dos modais ferroviário e hidroviário, é necessária a complementação do modal rodoviário para alimentar os dois primeiros modais. Conforme apresentado anteriormente, o Arco Norte representa uma alternativa relevante para o escoamento da produção agrícola, sobretudo com origem na região Centro Oeste, contudo, ainda há necessidade de investimentos para melhorar sua infraestrutura. Como exemplo, uma eventual forma de reduzir os custos de transporte e reduzir o impacto ambiental pelo uso intensivo do modal rodoviário no Arco Norte, seja, a construção da Ferrogrão¹² com extensão de 933 Km,

¹¹ É necessário realçar que todos os procedimentos descritos não serão apresentados em função da questão de espaço. Para aqueles que desejam conhecer a teoria e aplicação para cada um dos métodos acima mencionados, a sugestão é consultar MARGARIDO (2020a).

¹² Detalhes sobre a questão ferroviária no Brasil, podem ser encontrados em TUROLLA *et al.* (2021).

ligando Sinop no norte de Mato Grosso até Miritituba no Pará, além de outros investimentos em infraestrutura nas regiões Norte e Nordeste, visando reduzir a dependência do modal rodoviário, o qual é ideal para pequenas distâncias, mas, não para longas distâncias. Segundo TUROLLA (2021, p.3), tudo “isso configura uma nova geografia do sistema ferroviário brasileiro. Crescentemente, a logística pesada direcionada ao Hemisfério Norte utilizará saídas marítimas mais racionais na direção norte do Brasil, em vez de “descer antes de subir”, ou concentrar sua atenção nos saturados portos das regiões Sudeste e Sul”. A afirmação anterior é confirmada pelos dados mais recentes do Brazil Soybean Transportation (2023), enquanto em 2013, o país exportou 3,5 milhões de toneladas métricas pelos portos do Arco Norte, ou seja, 12% do total da exportações de soja, no mesmo período, as exportações pelos tradicionais portos das regiões Sudeste e Sul, as exportações totalizaram 37,5 milhões de toneladas métricas, o que corresponde a 88% do total exportado. Em 2022, essa relação sofre expressiva alteração, pois nesse ano, as exportações de soja pelo Arco Norte, totalizaram 25,7 milhões de toneladas métricas, ou seja, 33 % do total exportado de grão de soja pelo país, enquanto, as regiões Sudeste e Sul exportaram 52,4 milhões de toneladas métricas, isto é, 66% do total exportado nesse ano. Como resultados desses futuros investimentos, a expectativa é ampliar ainda mais a competitividade brasileira no mercado internacional de soja.

LITERATURA CITADA

Associação Brasileira das Concessionárias de Rodovias (ABCR), cujo endereço é: <https://abcr.org.br/indice/historico-do-indice>

Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais (ABIOVE), cujo endereço é: <https://abiove.org.br/>

Brazil Soybean Transportation. U.S. Department of Agriculture: Agricultural Marketing Service. 2022 Overview, February, 2023.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB). 2021. <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/serie-historica-das-safras/itemlist/category/911-soja>

Infra2038. <https://www.infra2038.org/>

MACHADO, E. L.; MARGARIDO, M. A. Evidence of Seasonal Price Transmission in Soybean International Market. *Revista de Economia Aplicada*, São Paulo, v. 8, n.1, p. 127-141, 2004.

MARGARIDO, Mario A. *Modelos de Séries Temporais: teoria e aplicações utilizando o software GRET*. São Paulo: Pezco Editora e Desenvolvimento. 2021. 358p.

MARGARIDO, Mario Antonio. *Teoria e Aplicações de Modelos de Séries Temporais em Economia*. São Paulo. 2020a. 481p.

MARGARIDO, Mario A. *Econometria Essencial*. São Paulo. 2020b. 260p.

Notícias Agrícolas. <https://www.noticiasagricolas.com.br/noticias/agronegocio/38482-brasil-desperdica-potencial-hidroviario--20-vezes-mais-barato-que-o-transporte-por-rodovias.html#.YPm4WOHkg2w> .Acesso 22 de julho de 2021.

Oilseeds: Word Market and Trade. United States Department of Agriculture (USDA), Jun. 2021. <https://downloads.usda.library.cornell.edu/usda-esmis/files/tx31qh68h/wm118k79f/2227nm257/oilseeds.pdf>

Soybean Transportation Guide – Brazil. U.S. Department of Agriculture: Agricultural Marketing Service. (2021)

TUROLLA *et al.* *A Nova Geografia Ferroviária Brasileira e o Papel da Regulação do Acesso ao Eixo Longitudinal*. São Paulo: Pezco Economic & Financial Analysis e LL Advogados. Maio. 2021. 15 p.

USDA/Agricultural Marketing Service (AMS) and USDA/Foreign Agricultural Service (FAS), 2021.

X13 ARIMA SEATS. Reference Manual. Time Series Research. Staff Center for Statistical Research and Methodology. U.S. Census Bureau. Washington, DC. 2017.