

Custos operacionais logísticos oriundos de uma produtora de soja no município de Sorriso-MT até os portos brasileiros

Fábio da Silva Martino Fonte
George Martins Custódio

RESUMO: Os custos operacionais de um modal de transportes são vistos como grande parcela no resultado final no valor da saca de soja aos produtores do município de Sorriso-MT. Esse município é um dos maiores produtores de soja no Brasil, mas enfrenta grande dificuldade na escoação desse produto devido às poucas opções de modais de transporte. O objetivo deste estudo foi analisar os custos operacionais logísticos existentes em uma empresa produtora de soja do município de Sorriso-MT até os portos brasileiros, por meio da simulações de rotas com o intuito de identificar o menor valor peso-tonelada e o menor tempo de trajeto. Adotou-se como método a pesquisa exploratória e a revisão bibliográfica das seguintes fontes primárias: Caixeta-Filho (2001), Fayet (2016), Felipe Jr. (2011), Macedo (2011), Silva (2012), dentre outras fontes. Na pesquisa qualitativa, as principais fontes secundárias foram a ANTT (2018), ANP (2018), CONAB (2018), CNT (2015) e Embrapa (2018). Os resultados da simulação de algumas rotas de transportes apontaram que a eficiência e a eficácia em custos operacionais somente estarão presentes quando associadas a trajetos menores, no modal rodoviário, e à intermodalidade, com a ferrovia ou hidrovia.

Palavras-Chave: Transporte de soja. Custos operacionais. Intermodalidade. Município de Sorriso-MT. Transporte de cargas.

ABSTRACT: The operating costs of a transport modal are seen as a large portion of the final result in the value of the soybean sacks to producers in Sorriso-MT. This county is one of the largest soybean producers in Brazil, but it faces great difficulty in flowing of this product due to the few options of transport modals. The objective of this study was to analyze the logistic operating costs existing in a soybean production company from the county of Sorriso-MT to the Brazilian ports, by simulating routes in order to identify the lowest weight-ton value and the shortest commute time. The method adopted was exploratory research and literature review of the following primary sources: Caixeta-Filho (2001), Fayet (2016), Felipe Jr. (2011), Macedo (2011), Silva (2012), among other sources. In qualitative research, the main secondary sources were ANTT (2018), ANP (2018), CONAB (2018), CNT (2015) and Embrapa (2018). The results of the simulation of some transport routes indicated that efficiency and effectiveness in operating costs will only be present when associated to smaller routes, on the road modal, and to intermodality, with railroad or waterway.

Keywords: Soybean transportation. Operational costs. Intermodality. City of Sorriso-MT. Freight transportation.

Recebido em: 02/07/2019
Aprovado em: 19/12/2019
Sistema de Avaliação: Double Blind Review
Editora Científica: Maria Aparecida de Souza Melo

1 INTRODUÇÃO

A falta de vias de transporte para o escoamento de soja, no estado do Mato Grosso e em outras regiões do Brasil, tem sido a grande preocupação para os empresários que querem investir recursos nesse setor. Em muitas ocasiões, a expansão da produção de grãos é interrompida por questões de distribuição do produto aos compradores finais. Há o desejo de encontrar uma rota com custo e tempo inferiores aos atualmente praticados, por ser esta uma solução para ganho em eficiência e eficácia, o que geraria impactos no preço final da saca. Para Ballou (2001), a minimização dos custos passa a ser consequência de uma logística eficiente em que o produto chega ao lugar certo na hora certa e no menor tempo.

Na área da logística, existem poucos trabalhos científicos desenvolvidos com o intuito de observar os ganhos e benefícios que cada modal de transportes poderia proporcionar para um determinado tipo de negócio. No Brasil, a predominância do modal rodoviário demonstra o descaso com os outros tipos de modais, por parte do governo brasileiro, o que torna os custos altos e não competitivos nos mercados nacionais e internacionais.

As empresas produtoras de soja buscam reduzir os seus custos operacionais logísticos por meio da otimização da carga pela intermodalidade de transportes, com o intuito de se destacarem em preço frente às demais concorrentes nacionais e internacionais. Dessa forma, os empresários precisariam analisar as opções de modais existentes e os custos aplicados para cada trajeto. Com este intuito, questiona-se: Como o produtor de soja pode transportar os seus grãos até os portos brasileiros sem gerar custo excessivo na contratação do serviço logístico que possa prejudicar o preço final

do produto? Para obter resposta a esse questionamento, este estudo tem como objetivo principal analisar os custos operacionais dos serviços logísticos existentes em uma empresa produtora de soja do município de Sorriso-MT até os portos brasileiros. Em um mercado exigente, as empresas necessitam otimizar os custos de transportes para se tornarem competitivas em relação às concorrentes. Segundo Pettersson e Segerstedt (2013), conhecendo seus custos logísticos as empresas podem manter o foco na redução dos mesmos visando aumentar a rentabilidade e o conhecimento de seus negócios.

A estrutura deste artigo compreende cinco seções, após esta introdutória que apresenta a temática e a relevância do estudo. A seção dois traz o referencial teórico, com dados técnicos relativos ao cenário atual da soja no estado do Mato Grosso, os tipos de modais de transportes ali existentes e as principais fontes relacionadas aos custos operacionais logísticos de transporte. Na seção três, apresentam-se os procedimentos metodológicos, indicando o tipo de pesquisa realizado e o modo como o foi conduzida. A seção quatro discorre a análise dos resultados alcançados, bem como as discussões. O texto é finalizado com a seção cinco que contempla as conclusões extraídas do estudo.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O estado do Mato Grosso tem assumido papel importante no cenário internacional de *commodities*. Segundo dados do boletim logístico da Companhia Nacional de Abastecimento – CONAB (2018a), o estado do Mato Grosso transportou 7,8 milhões de toneladas de grãos de soja no período de jan./2018 a abr./2018, com o preço do frete rodoviário

até o porto de Santos-SP que variou de R\$ 210,00 a R\$ 290,00 por tonelada. Esta produção tem como destino 200 países no mundo, liderando o comércio de exportação e produção no mercado agropecuário.

Segundo o relatório *Perspectivas Agrícolas 2017-2026*, elaborado pela Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura – OCDE-FAO (2017), o Brasil ultrapassará os Estados Unidos como maior produtor de soja até 2026. É esperado, na projeção, que o Brasil cresça 2,6% por ano e que assuma 40% das exportações de todo o planeta, chegando a 135 milhões de toneladas de soja.

Segundo dados do Instituto Matogrossense de Economia Agropecuária - Imea (2016), o estado do Mato Grosso possui aproximadamente 15,6 milhões de hectares em áreas abertas de pastagem, aptas para a agricultura. Na safra de 2013/2014, sua produção foi de 26,5 milhões de toneladas, com futura projeção para 2025 de 46,2 milhões na produção de soja (ou seja, uma variação de 74,4%).

Os estudos da Confederação Nacional de Transportes – CNT (2015) apontam como principal motivo para a escolha modal o custo do frete (85,7%). Em seguida, estão a oferta de transporte (42,9%), maior segurança da carga (28,6%), maior confiabilidade dos prazos (28,6%), menor *transit time*¹ (28,6%) e menor nível de perdas/avarias (14,3%). O custo do frete pode representar cerca de 20% do valor recebido pela tonelada de soja.

O custo logístico no Brasil representa a soma dos seguintes gastos: transporte, estoque, armazenagem e serviços

administrativos. Dados divulgados pela CNT (2016) sobre os estudos dos Custos Logísticos no Brasil, realizado pelo Instituto de Logística *Supply Chain* (Ilos), demonstra que este tipo de custo consome 12,7% do Produto Interno Bruto (PIB) no Brasil, sendo maior parte do custo formado pelo transporte, que equivale a 6,8% do PIB (R\$ 401 bilhões). Depois, vêm o estoque (4,5% do PIB, ou R\$ 268 bilhões); armazenagem (0,9% do PIB ou R\$ 53 bilhões); e administrativo (0,5% do PIB ou R\$ 27 bilhões).

3 METODOLOGIA

A abordagem deste artigo é de caráter quantitativo, pois teve o intuito de levantar dados técnicos sobre o tema, além de proporcionar maior visibilidade na dimensão dos custos logísticos de uma determinada rota. Para Silva e Menezes (2005), a pesquisa quantitativa considera que tudo pode ser quantificável, o que significa traduzir em números opiniões e informações para classificá-las e analisá-las. Utiliza-se de recursos e de técnicas estatísticas”.

Quanto ao objetivo da pesquisa, ela caracteriza-se como estudo exploratório que, segundo Mattar (2001), os métodos utilizados pela pesquisa exploratória são amplos e versáteis. Os métodos empregados compreendem: levantamentos em fontes secundárias, levantamentos de experiências, estudos de casos selecionados e observação informal.

Quanto aos procedimentos, utilizou-se a pesquisa bibliográfica, com a intenção de apresentar suporte teórico quanto aos custos operacionais presentes no mercado atual. Lakatos (2010) ressalta que a pesquisa não é mera repetição do que já foi dito ou

¹ Menor tempo de trânsito de uma origem até o destino final.

escrito sobre certo assunto, mas propicia o exame de um tema sob novo enfoque ou abordagem, chegando a conclusões inovadoras.

3.1 Instrumento de coleta de dados

As fontes secundárias utilizadas para este artigo foram oriundas de entidades e órgãos renomados no Brasil: Agência Nacional de Transportes Terrestres – ANTT; Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – Ipea; Companhia Nacional de Abastecimento – Conab; Confederação Nacional de Transportes – CNT; Instituto Matogrossense de Economia Agropecuária – Imea; Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. A intenção foi proporcionar dados relevantes à área do transporte de cargas no Brasil e transmitir, de forma simples e clara, a realidade do cenário brasileiro no que tange ao transporte de cargas.

Para que se tenha clareza dos resultados, apresenta-se, nesta simulação, a produção de uma das maiores produtoras de soja do município de Sorriso-MT e respectivo transporte desse produto até os principais portos brasileiros. A razão social do produtor de soja não é aqui divulgada com a intenção de protegê-lo em relação à concorrência. Na safra de 2017/2018, a fazenda possuía plantação de 14 mil hectares e colheu a média de 66,4 sacas por hectare, ou seja, um volume de 930 mil sacas de soja, com o peso de 60 kg por saca, o que totalizou 55.800 toneladas.

Os dados obtidos no modelo de custos operacionais do Ipea (2014), e nos cálculos de frete mínimo da ANTT (2018), serviram como *inputs* para a resolução do problema de roteirização de veículos, com foco em gerar resultados eficientes quanto ao

tempo de transporte e em identificar a rota que apresenta o menor custo por tonelada.

Para as informações de tonelagem, são utilizadas as unidades do SI², onde a tonelada (t) e a tonelada quilômetro útil (TKU) possuem como foco facilitar o planejamento e a fiscalização por parte da União, além de controlar e recebimento da carga até os destinos finais. O TKU é determinado pela multiplicação da tonelada útil transportada pela distância a ser percorrida, sendo utilizada por algumas concessionárias e apresentada nos relatórios da ANTT.

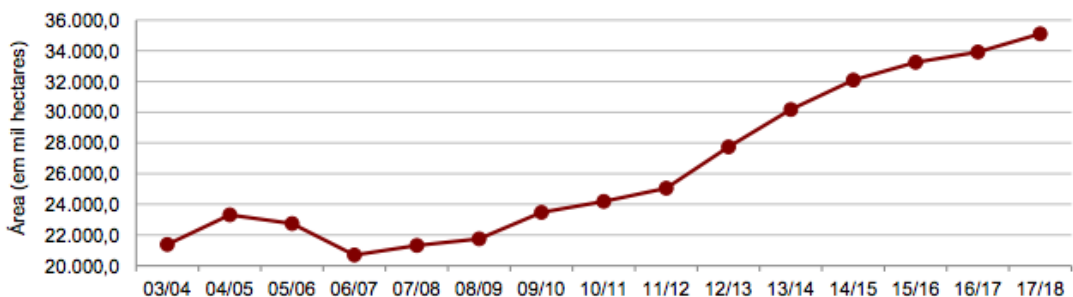
4 A PRODUÇÃO DE SOJA NO MATO GROSSO

As empresas produtoras de soja no estado do Mato Grosso têm encontrado muita dificuldade para escoar o produto para os principais portos no Brasil devido a vários fatores. O principal gargalo é a malha logística oferecida para a Região Centro-Oeste. Evidencia-se, assim, a importância de identificar a proporção dessa produção de *commodity* naquele estado.

A soja tem incrementado novas áreas de hectares no Brasil. De acordo com o Observatório Agrícola da CONAB (2018b), a estimativa da área de soja corresponde a cerca de 59% da área total semeada no país, constituindo-se, portanto, a principal cultura nacional. No Gráfico 1, observa-se o crescimento da área cultivada pelos produtores de soja, o que demonstra a boa rentabilidade dessa cultura no país.

² Sistema Internacional de Unidades (SI)

Gráfico 1 – Comportamento da área de soja no Brasil

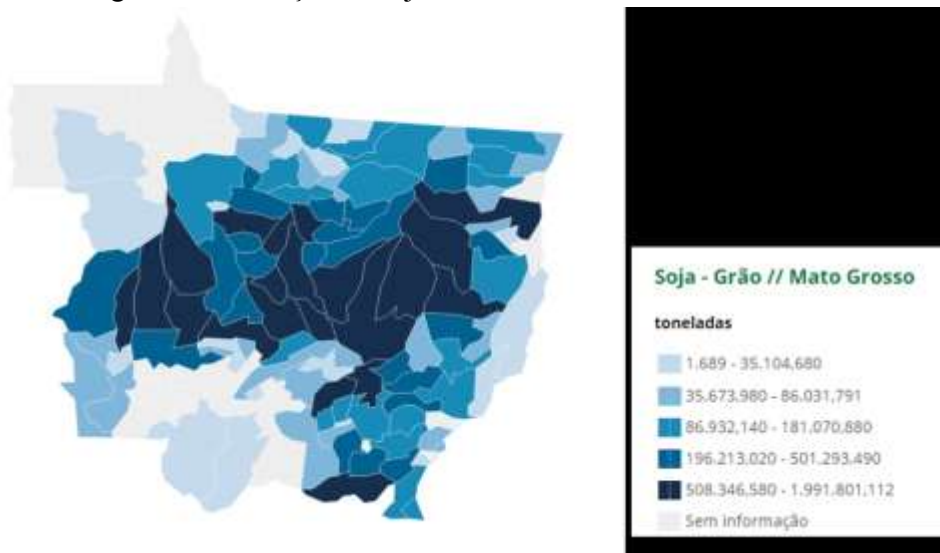


Fonte: Observatório Agrícola da CONAB (2018b, p. 15).

Atualmente, o estado do Mato Grosso é o maior produtor de soja do Brasil, produzindo na safra 2017/2018, 31,8 milhões de toneladas, com produtividade média em 3.350 kg/h, de acordo com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA (2018). Tal rendimento foi obtido graças ao clima bastante favorável,

melhorias nas variedades de sementes e plantio em momento mais propício à projeção climática, segundo dados obtidos do Observatório Agrícola da CONAB (2018b). A Figura 1 mostra a produção de soja no estado do Mato Grosso, segundo o Censo Agro 2017 (IBGE, 2018).

Figura 1 – Produção de soja no estado do Mato Grosso



Fonte: Censo Agro 2017 (IBGE, 2018).

No estado do Mato Grosso, predominam as grandes *tradings* como, por exemplo, Cargill, ADM e Bunge. Em matéria publicada no *site* Canal Rural (SOJA

BRASIL, 2015), consta que as empresas *trading* possuem o papel de intermediar negociações entre produtores e compradores

nacionais e internacionais, sendo as compras realizadas nos portos na maioria dos casos.

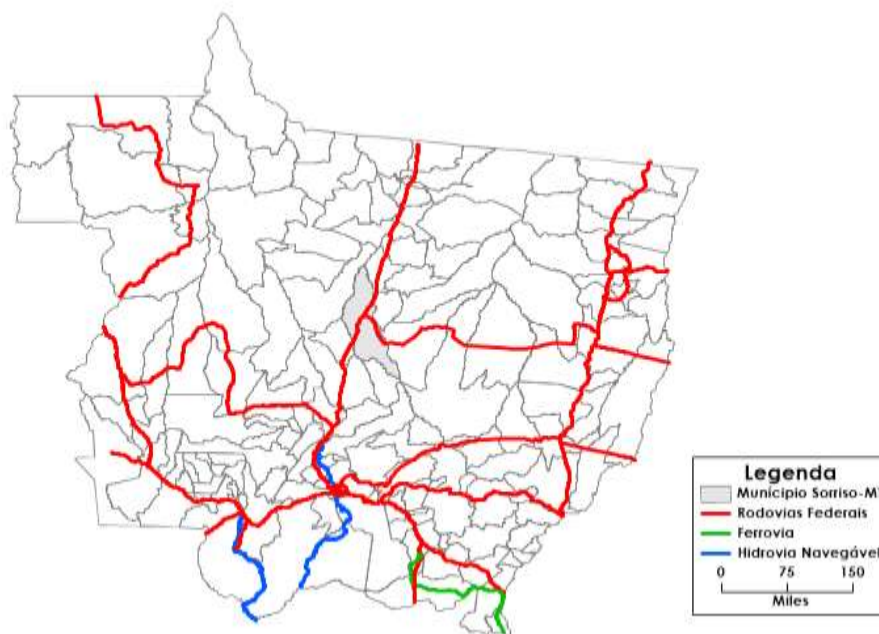
De acordo com Silva (2012), estas empresas podem custear o produtor, recebendo em troca uma parte da produção quando a mesma for colhida, ou registrando um preço de venda fixo da produção antes mesmo da colheita”. Esse tipo de comércio possui alguns riscos ao produtor, que se vê obrigado a obter melhores preços no mercado.

4.1 A malha logística existente para a escoação da soja do Mato Grosso

Atualmente, o modal rodoviário do Mato Grosso, assim como em outros estados

brasileiros, é responsável por transportar a maior parte de seus grãos até os portos. Ao considerar o comentário da Associação Brasileira de Logística – Aslog (1997 *apud* CAIXETA-FILHO, 2001), observa-se que o modal rodoviário é indicado para distâncias de até 500 km; o ferroviário para distâncias entre 500 e 1.200 km; e o hidroviário para distâncias superiores a 1.200 km. Os portos de Santos-SP e Paranaguá-PR estão localizados entre 1.400 e 2.000 km das empresas produtoras de soja no Mato Grosso, ou seja, esse modal não é o ideal para longas distâncias. A Figura 2 mostra como estão distribuídos os modais no estado do Mato Grosso.

Figura 2 – Modais existentes no estado do Mato Grosso-MT



Fonte: Elaborada pelos autores no *software Transcad* com base nos dados do DNIT (2018).

As principais rodovias no estado Mato Grosso são a BR-163, a BR-364 e a BR-158, que atualmente transportam a maior parte da safra de grãos para os principais

portos no Brasil. Segundo o Boletim Logístico da CONAB (2018a), as rotas do norte do estado possuem precariedade na sua infraestrutura logística, pois estão

vulneráveis à incidência de chuva, o que prejudica alguns trechos que não possuem pavimentação como, por exemplo, em Miritituba e Santarém.

O Boletim Informativo Aquaviário, publicado pela Agência Nacional de Transportes Aquaviários – ANTAQ (2017), divulgou que a movimentação portuária, em vias interiores, correspondeu a 14,7 milhões de toneladas no terceiro trimestre de 2017, o que representa aumento de 52,9% na comparação dos terceiros trimestres (2017 e 2016); a soja registrou aumento de 108% quando sua produção é comparada à do mesmo período em 2016. Esse sistema de transportes possui baixo custo de frete e grande capacidade de escoamento de cargas e é vantajoso para o transporte de minério, fertilizantes, combustível, areia, madeira, açúcar, grãos, dentre outras cargas (FELIPE JR., 2011).

Segundo Macedo (2011), o modal ferroviário no estado do Mato Grosso tem seu ponto forte na região sudeste e surgiu a partir de 1999 no município de Alto Taquari; em 2002, em Alto Araguaia; em 2012, em Itiquira; e em 2013 foi inaugurado o maior terminal intermodal da América Latina no município de Rondonópolis, ou seja, o modal se encontra em um total de 370 quilômetros de ferrovias, constituindo-se uma proporção muito pequena se comparada à área total do estado que é de 930.357 km. A fazenda utilizada na simulação, objeto deste estudo, encontra-se há 612 km da ferrovia em Rondonópolis-MT.

Nos últimos anos, surgiu a ferrovia Ferrogrão como alternativa para escoação de soja na região, ligando o norte do Mato Grosso ao município de Itaituba-PA, onde se localiza o porto de Miritituba. Tal ferrovia substituiria a atual rota das rodovias BR-163 e BR-230, onde estão interligadas com o

modal hidroviário no porto de Miritituba-PA, com destino ao porto de Santarém-PA e, logo após, destinado à exportação para os demais países compradores dos *commodities*. Fayet (2016) ressalta que “essa nova rota de comércio não é importante somente para o estado do Pará, mas também para o Brasil, pois à medida que haja diminuição nos custos logísticos, irá aumentar a capacidade concorrencial no mercado internacional”.

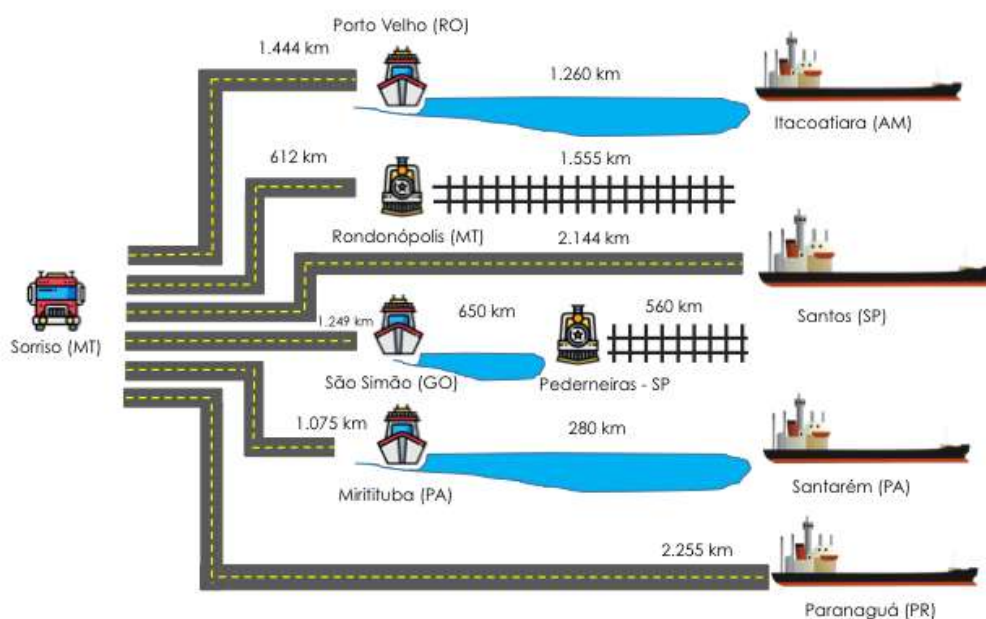
Estudo realizado pela Confederação Nacional de Transportes – CNT (2015), sobre os entraves logísticos ao escoamento de soja e milho, ressalta que a integração do sistema de transporte brasileiro propiciaria uma maior eficiência aos deslocamentos das mercadorias pelo território nacional. No estudo, as distâncias a serem percorridas e o volume são variáveis que influenciam na escolha do modal. Assim, para distâncias pequenas e volume médio, o modal aconselhável é o rodoviário, e, para distâncias de média a longa e volumes altos, são recomendáveis o aquaviário e o ferroviário.

5 ANÁLISE DOS RESULTADOS

5.1 Simulação com custos dos modais

Dada à localização da produtora de soja e à distância até os portos, assumiu-se que todas as seis rotas simuladas na Figura 3 precisem da deslocação pelo modal rodoviário. A empresa produtora de soja possui convênio com empresa terceirizada, que assim disponibiliza uma frota de 180 bitrem apta a realizar oito viagens por veículo. Com base na oferta disponível, será possível a realização de 1.508 viagens, considerando que um caminhão bitrem possui a capacidade para 37 toneladas.

Figura 3 – Simulação dos modais de Sorriso-MT até os principais portos



Fonte: Elaborada pelos autores.

Segundo a resolução da ANTT n.º 5.835, de 20 de novembro de 2018 (ANTT, 2018), a tabela dos preços para veículos com sete eixos pode variar de acordo com o quilômetro rodado, apresentando uma variação para cargas a granel com custo máximo de R\$ 2,06 por eixo e mínimo de R\$0,89 por eixo. O transportador pode cobrar um valor a mais, referente ao seu lucro, mas cabe orientar que o lucro não faz parte do preço mínimo de frete. Os valores como pedágio, tributos (IR, INSS, ICMS etc.), bem como despesas com seguro do veículo, por exemplo, deverão ser consideradas caso a caso, pois dependem do perfil de cada transportador ou da operação de transporte.

Detalhando o cálculo do frete mínimo, o exemplo da rota de Sorriso-MT

até o Porto de Paranaguá-PR, via rodovia, apresenta valor superior a todas as outras rotas da simulação no quesito distância. Isso considerando o trajeto de 2.225 km, conforme a tabela de frete da ANTT (2018) para cargas a granel (e considerando que a distância se enquadra entre 2.201 km e 2.300 km, faixa cujo valor por km/eixo é de R\$ 0,90). O veículo utilizado é um bitrem, com sete eixos e carga líquida de 37 toneladas, ou seja, multiplicando-se os sete eixos por R\$ 0,94, o resultado será de R\$ 6,30 por km. Quando esse valor é multiplicado pela distância, gera-se um valor mínimo de frete de R\$ 14.017,50. Para encontrar o custo por tonelada, divide-se o valor mínimo do frete, que é R\$ 14.017,50, pela carga líquida de 37 toneladas, o que leva um resultado de R\$378,85 por tonelada (Tabela 1).

Tabela 1 – Custo do frete mínimo nas rotas no modal rodoviário – ANTT (2018)

Origem (i)	Frete	Destino (j)					
		Porto Velho (RO)	Rondonópolis (MT)	Santos (SP)	Paranaguá (PR)	Miritituba (PA)	São Simão (GO)
Sorriso (MT)	Distância (KM)	1.444	612	2.144	2.225	1.075	1.249
	Custo por km/eixo	0,91	0,97	0,90	0,90	0,93	0,92
	Eixo bitrem	7	7	7	7	7	7
	Total do frete (mínimo)	9.198,28	4.155,48	13.507,20	14.017,50	6.998,25	8.043,56
	Capacidade do bitrem	37	37	37	37	37	37
	R\$/t	248,60	112,31	365,06	378,85	189,14	217,39

Fonte: Elaborado pelos autores.

Para o consumo do combustível no modal rodoviário, foi utilizada pelo relatório a síntese de informações ambientais realizada pela CNT (2013), que estipula autonomia de dois km por litro. A Tabela 2 mostra o resultado dessa simulação no que se refere aos gastos de combustível (diesel), no modal rodoviário, aplicando-se o valor médio para os distribuidores do estado do Mato Grosso, no mês de novembro de 2018, com dados obtidos pela ANP (2018). A

velocidade comercial adotada para o modal rodoviário foi de 45 km/h (EPL, 2014, p. 170), sem perder de vista as instruções da lei n.º 12.619, de 30 de abril de 2012 (BRASIL, 2012), conhecida como Lei do Descanso, que define o limite de jornada de trabalho do caminhoneiro em oito horas diária e 44 horas semanal. Com esses dados, é possível traçar o tempo de transporte consumido, desde o ponto de origem do produto até sua destinação.

Tabela 2 – Custo do combustível no modal rodoviário no estado do Mato Grosso – ANP (2018)

Origem	Combustível	Destino					
		Porto Velho (RO)	Rondonópolis (MT)	Santos (SP)	Paranaguá (PR)	Miritituba (PA)	São Simão (GO)
Sorriso (MT)	Distância (Km)	1.444	612	2.144	2.225	1.075	1.249
	Carga (t)	37	37	37	37	37	37
	Consumo médio por km (L)	2	2	2	2	2	2
	Preço médio da distribuidora (R\$/L)	3,56	3,56	3,56	3,56	3,56	3,56
	Consumo total (dist./cons.)	722	306	1.072	1.113	538	625
	Total do custo (R\$)	2.570,32	1.089,36	3.816,32	3.960,50	1.913,50	2.223,22
	Custo por tonelada (R\$)	69,47	29,44	103,14	107,04	51,72	60,09

Fonte: Elaborada pelos autores.

Nos modais disponíveis para a escoação da soja em Sorriso-MT, existem dois itinerários que utilizam o modal ferroviário. A primeira, de Rondonópolis-MT até Santos-SP, com a distância de 1.555 km, controlada pela América Latina Logística Malha Norte S.A. (ALL). A segunda, de Pederneiras-SP até Santos-SP, com a distância de 612 km, com a operação da concessionária RMS Logística. A declaração anual de rede da malha norte, presente no site da concessionária RUMO (2017), ressalta que a composição possui duas locomotivas com 80 vagões, com capacidade útil de 6.400 t e peso bruto de 8.080 t. No caso da concessionária RMS Logística, não há registro por parte na mídia ou no próprio *site* da empresa que indique a quantidade de vagões de soja que as suas locomotivas conseguem transitar no trecho

de Pederneiras-SP até o porto de Santos. Por essa razão, utilizaram-se os mesmos dados obtidos pela RUMO (2017).

Para o cálculo do frete ferroviário, utilizou-se a tabela de frete contida na resolução n.º 3.891, de 6 de setembro de 2012, disponibilizada no *site* da ANTT (2012). A composição ferroviária para tal simulação enquadra-se na parcela de tarifa fixa, com o valor de R\$9,70 p/t, preço destinado a produtos em granel, ou seja, quando multiplicado pela carga transportada na simulação (64.000 t), resulta no valor de R\$ 62.080,00. Na parcela de tarifa variável, a variação ocorre de acordo com a distância percorrida, no itinerário citado anteriormente, que pertence à faixa três da tabela de frete de 801 km a 1.600 km.

A equação (1) aplicada para o frete ferroviário, segundo ANTT (2012) foi:

$$T_{max}=P_{fix}+(400 \times P_{var1})+(400 \times P_{var2})+((Dist-800) \times P_{var3}) \quad (1)$$

A parcela variável (P_{var1}) é modificada no decorrer da distância a ser percorrida, com valores para o transporte de soja de R\$ 0,0913 para P_{var1} , de R\$ 0,0822 para P_{var2} e de R\$ 0,0731 para P_{var3} . Quando substituídas as variáveis pelos números correspondentes, a tarifa máxima resulta em R\$ 62.2014,79. A tarifa máxima (T_{max}) encontrada foi dividida pela distância ($Dist$) a ser percorrida, gerando o valor de R\$ 9,71 por km/t.

No anuário estatístico da ANTT (2019), encontra-se a quantidade de consumo médio de combustível nas locomotivas das concessionárias até o ano de 2018. A ALLMN e RMS apresentaram o consumo de 1,32 e 4,66 L/milhão de TKU respectivamente. O preço médio do óleo

diesel de revenda para distribuidoras no município de Rondonópolis no mês de novembro de 2018 foi de R\$ 3,56/L e para a média do combustível no estado de São Paulo no mesmo período foi de R\$ 2,99/L, dados obtidos pela ANP (2018) (Tabela 3).

Tabela 3 – Custo do combustível no modal ferroviário – ANP (2018) e ANTT (2019)

Destino	Combustível	Origem	
		Rondonópolis (MT)	Pederneiras (SP)
Santos (SP)	Distância (Km)	1.555	520
	Carga (t)	6.400	6.400
	Consumo médio por (L/ mil TKU)	1,32	4,66
	Litros por Km	8,448	29,824
	Consumo total (L)	13.136	15.506
	Preço médio da distribuidora (R\$/L)	3,56	2,99
	Total do custo (R\$)	46.766,44	46.317,62
	Custo por tonelada (R\$/t)	7,31	7,24

Fonte: Elaborada pelos autores.

No cálculo do frete do transporte hidroviário, teve-se por base o exemplo do custo médio utilizado no estudo dos custos de transporte hidroviário no Brasil (EPL, 2014), com custo médio de R\$ 0,0203 por km/t. Nessa estimativa de custo, no transporte hidroviário, foi considerada a passagem por quatro eclusas. O comboio da hidrovia, utilizado nesse problema de transportes, foi de 14 barcaças com a capacidade de 30.400 t, ou seja, de 1.900 t por barcaça. A velocidade comercial do modal ferroviário adotada foi de 15,42 km/h, a partir de dados obtidos pela Associação de Engenheiros Ferroviários – Aenfer (2018). Segundo o *site* Dissídio (2018), a convenção coletiva, com registro em carteira com o CBO 7826 no cargo de maquinista de locomotiva, possui jornada de trabalho de 43 horas semanais no estado de São Paulo. Com

isso, devido à baixa velocidade da ferrovia, foram utilizados na simulação três maquinistas trabalhando oito horas diárias, somando um total diário de 24 horas.

Para o custo do combustível adotado no modal hidroviário, foi considerado o consumo médio de 4,1 litros/mil toneladas quilômetro útil (TKU), multiplicado pelo preço médio do óleo diesel cobrado pelos distribuidores, conforme divulgado ANP (2018) no mês de novembro de 2018, para os estados do Pará (R\$ 3,462/L), Rondônia (R\$ 3,475/L) e Goiás (R\$ 3,364/L). A tabela 4 mostra o resultado dessa simulação quanto aos gastos de combustível (Diesel) no modal hidroviário, visto que a rota de Porto Velho-RO a Itacoatiara-AM apresentou o maior custo por Tonelada (R\$/t) comparativamente às demais rotas.

Tabela 4 – Custo do combustível no modal hidroviário – ANP (2018) e EPL (2014)

Origem	Destino	Combustível			
		Distância (Km)	Carga (t)	Consumo total (L)	Custo por Tonelada (R\$/t)
Porto Velho (RO)	Itacoatiara (AM)	1.260	30.400	157.046	17,95
São Simão (GO)	Pederneiras (SP)	650	30.400	81.016	8,97
Miritituba (PA)	Santarém (PA)	280	30.400	34.899	3,97

Fonte: Elaborada pelos autores.

Esses custos podem sofrer alterações conforme as condições dos rios. A velocidade adotada para o modal hidroviário foi de 8,6 km/h (EPL, 2014), velocidade que é utilizada devido ao volume transportado de 30.400 t, que é o permitido num período de chuva. A jornada de trabalho para o serviço marítimo é ressaltada pela lei n.º 9.537/98, art. 249, sendo de oito horas diárias no posto. Para esta simulação, utilizou-se uma jornada de 24 horas de trabalho, contando com a presença de três práticos na equipe marítima.

Além dos custos de frete e combustível, foram adotados os custos do transbordo entre os modais, os quais foram obtidos pelo manual da simulação dos custos de transportes e transbordo de cargas (EPL, 2014). O custo da integração da rodovia com a hidrovia seria de R\$ 8,06 (t) e a da hidrovia com a ferrovia seria de R\$ 10,06 (t). O tempo de transbordo por hora da rodovia-hidrovia é de 367 t/h e da hidrovia-ferrovia de 340 t/h. Para o caso de a rodovia-ferrovia possuir agendamento, foi utilizado o critério de três horas desde a chegada do caminhão no terminal até a saída respectiva.

Com os resultados obtidos nas seis rotas simuladas (expressos no Quadro 1), é possível inferir que, caso o produtor de soja precise escoar os grãos em menor tempo, sugere-se a rota 5, visto que, muitos produtores e empresas, estão investindo em terminais de transbordo no estado do Pará. Por outro lado, a rota 2 foi a que trouxe o menor custo diante das demais analisadas. Quando o modal é tratado de forma isolada, observa-se que a hidrovia de Miritituba-PA até Santarém-PA possui o menor custo, confirmando, assim, que este tipo de transporte é o mais indicado para deslocamentos superiores a 1.200 km. A rota 6 apresentou o maior custo por tonelada, juntamente com o maior tempo de deslocamento até o porto de Paranaguá-PR, via rodovia.

Quadro1 – Simulação das opções de transportes aos principais portos do Brasil

Rota 1	Transporte	Distância (km)	Velocidade Média (km/h)	Quant. Dia	Carregamento (t)	Carreg. p/ veículo (t)	Quant. de viagens	Frete (R\$/t)	Combustível (R\$/km)	Custo (R\$/t)	Custo total (R\$)	Preço por (t)	
Sorriso (MT) - Porto Velho (RO)	Rodovia	1444	45,0	58,81	55 800	37	1 508	248,60	1,69	11 636,47	17 549 060,79	314,50	
Transbordo	Rodovia/Hidrovia	-	-	-		-	-	-	-	-	298,22	449 748,00	8,06
Porto Velho (RO) - Itacoatiara (AM)	Hidrovia	1260	8,6	11,21		30 400	2	25,58	17,95	800 190,53	1 468 770,78	26,32	
				Total dias							Total	19 467 579,57	348,88

Rota 2	Transporte	Distância (km)	Velocidade Média (km/h)	Quant. Dia	Carregamento (t)	Carreg. p/ veículo (t)	Quant. de viagens	Frete (R\$/t)	Combustível (R\$/km)	Custo (R\$/Veículo)	Custo total (R\$)	Preço por (t)	
Sorriso (MT) - Rondonópolis (MT)	Rodovia	612	45,0	24,93	55 800	37	1 508	111,15	1,69	5 146,00	7 760 727,34	139,08	
Transbordo	Rodovia/Ferrovia	-	-	-		-	-	-	-	-	298,22	449 748,00	8,06
Rondonópolis (MT) - Santos (SP)	Ferrovia	1555	13,6	41,57		6 400	9	9,72	7,31	73 567,57	641 417,28	11,49	
				Total dias							Total	8 851 892,62	158,64

Rota 3	Transporte	Distância (km)	Velocidade Média (km/h)	Quant. Dia	Carregamento (t)	Carreg. p/ veículo (t)	Quant. de viagens	Frete (R\$/t)	Combustível (R\$/km)	Custo (R\$/t)	Custo total (R\$)	Preço por (t)	
Sorriso (MT) - Santos (SP)	Rodovia	2 144	45,0	87,32	55 800	37	1 508	365,06	1,69	17 127,34	25 829 886,36	462,90	
				Total dias							Total	25 829 886,36	

Rota 4	Transporte	Distância (km)	Velocidade Média (km/h)	Quant. Dia	Carregamento (t)	Carreg. p/ veículo (t)	Quant. de viagens	Frete (R\$/t)	Combustível (R\$/km)	Custo (R\$/Veículo)	Custo total (R\$)	Preço por (t)	
Sorriso (MT) - São Simão (GO)	Rodovia	1 249	45,0	50,87	55 800	37	1 508	217,39	1,69	10 152,50	15 311 062,29	274,39	
Transbordo	Rodovia/Hidrovia	-	-	-		-	-	-	-	-	298,22	449 748,00	8,06
São Simão (GO) - Perdeneiras (SP)	Hidrovia	650	8,6	5,78		30 400	2	13,20	8,97	406 955,29	746 977,14	13,39	
Transbordo	Hidrovia/Ferrovia	-	-	6,84		-	-	-	-	-	305 824,00	561 348,00	10,06
Perdeneiras (SP) - Santos (SP)	Ferrovia	520	20,5	9,21		6 400	9	8,97	7,24	61 139,69	533 061,68	9,55	
				Total dias							Total	16 507 787,43	315,45

Rota 5	Transporte	Distância (km)	Velocidade Média (km/h)	Quant. Dia	Carregamento (t)	Carreg. p/ veículo (t)	Quant. de viagens	Frete (R\$/t)	Combustível (R\$/km)	Custo (R\$/t)	Custo total (R\$)	Preço por (t)	
Sorriso (MT) - Miriituba (PA)	Rodovia	1075	45	43,78	55 800	37	1 508	189,14	1,69	8 813,39	13 291 541,15	238,20	
Transbordo	Rodovia/Hidrovia	-	-	-		-	-	-	-	-	298,22	449 748,00	8,06
Miriituba (PA) - Santarém (PA)	Hidrovia	280	8,6	2,49		30 400	2	5,68	3,97	173 906,43	319 209,82	5,72	
				Total dias							Total	14 060 498,97	251,98

Rota 6	Transporte	Distância (km)	Velocidade Média (km/h)	Quant. Dia	Carregamento (t)	Carreg. p/ veículo (t)	Quant. de viagens	Frete (R\$/t)	Combustível (R\$/km)	Custo (R\$/t)	Custo total (R\$)	Preço por (t)	
Sorriso (MT) - Paranaguá (PR)	Rodovia	2 225	45	90,62	55 800	37	1 508	378,85	1,69	17 774,41	26 805 735,61	480,39	
				Total dias							Total	26 805 735,61	

Fonte: Elaborado pelos autores.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo objetivou analisar os custos operacionais logísticos existentes em uma empresa produtora de soja do município de Sorriso-MT até os principais portos brasileiros. Realizaram-se simulações e respectivas comparações desses custos, por meio de simulações de rotas, a partir das quais o produtor de soja do município de Sorriso-MT consiga visualizar a dimensão do custo-benefício entre economizar tempo ou dinheiro. Para isso, foram utilizados dados secundários obtidos nas bases de dados de órgãos federais e estaduais de transporte no Brasil. Os resultados obtidos permitiram delimitar o cenário com seis simulações de diferentes intermodalidades e uma, uma delas, considerando a utilização de somente um modal.

Dessa forma, com os dados obtidos nas simulações, constatou-se que quanto maior a distância no modal rodoviário, maior será o impacto negativo sobre o preço final por tonelada, resultado esse que confirma ser o modal rodoviário o mais indicado para distâncias de até 500 km. Caso o produtor de soja opte por transportar somente por rodovia, diretamente aos portos de Santos-SP e Paranaguá-PR, estará agregando, automaticamente, um custo maior à sua produção de soja, diferentemente de outro produtor que escolha o transporte multimodal.

Por fim, espera-se que este artigo possa contribuir com outras pesquisas relacionadas aos custos de transporte de soja em outros estados brasileiros, demonstrando a importância da infraestrutura logística para um país que precisa se desenvolver para ser competitivo no mercado internacional.

REFERÊNCIAS

AENFER – Associação de Engenheiros Ferroviários. *Velocidade média de transportes de trem não sai do lugar*. 2018. Disponível em: <<http://www.ferrovias.com.br/portal/velocidade-media-de-transporte-de-trem-nao-sai-do-lugar/>>. Acesso em: 1º jul. 2018.

ANP - Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. *Sistema de Levantamento de Preços – CSA*. 2018. Disponível em: <http://www.anp.gov.br/preco/prc/Resumo_Semanal_Estado.asp>. Acesso em: 5 dez. 2018.

ANTAQ - Agência Nacional de Transporte Aquaviário. *Boletim Informativo Aquaviário 3º Trimestre – 2017*. 2017. Disponível em: <<http://portal.antaq.gov.br/wp-content/uploads/2017/03/Boletim-Informativo-3%C2%BAT2017-VFinal.pdf>>. Acesso em: 4 fev. 2019.

ANTT – Agência Nacional de Transportes Terrestres. *Resolução n.º 3.891, de 6 de setembro de 2012*. Autoriza a revisão das tarifas de referência do serviço de transporte ferroviário de cargas da América Latina Logística Malha Norte S/A. Brasília, 2012. Disponível em: <http://www.antt.gov.br/ferrovias/arquivos/America_Latina_Logistica_Malha_Norte_S_A.html>. Acesso em: 12 jun. 2018.

ANTT – Agência Nacional de Transportes Terrestres. *Resolução n.º 5.835, de 20 de novembro de 2018*. Publica tabela com preços mínimos em caráter vinculante, referentes ao quilômetro rodado na realização de fretes, por eixo carregado, instituído pela Política de Preços Mínimos do Transporte Rodoviário de Cargas, nos termos da resolução 5.835 de 20 de

novembro de 2018. Brasília, 2018. Disponível em: <http://www.antt.gov.br/cargas/arquivos_old/Tabelas_de_Precos_Minimos_do_Transporte_Rodoviario_de_Cargas.html>. Acesso em: 5 dez. 2018.

ANTT – Agência Nacional de Transportes Terrestres. *Anuário Estatístico 2019*. Esta publicação possui um conjunto de informações correspondentes ao desempenho das concessionárias do serviço público de transporte ferroviário de cargas desde 2006 até o último ano. Disponível em: <http://www.antt.gov.br/ferrovias/arquivos/Anuario_Estatistico.html>. Acesso em: 01 fev. 2019.

BALLOU, R.H. *Gerenciamento da cadeia de suprimentos: planejamento, organização e logística empresarial*. Trad. de Elias Pereira. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. Lei nº 12.619, de 30 de abril de 2012. Dispõe sobre o exercício da profissão de motorista; altera a Consolidação das Leis do Trabalho - CLT, aprovada pelo Decreto-Lei nº 5.452, de 1º de maio de 1943, e as Leis nºs 9.503, de 23 de setembro de 1997, 10.233, de 5 de junho de 2001, 11.079, de 30 de dezembro de 2004, e 12.023, de 27 de agosto de 2009, para regular e disciplinar a jornada de trabalho e o tempo de direção do motorista profissional; e dá outras providências. *Diário Oficial do Brasil*. Edição de 2 de maio de 2012. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12619.htm. Acesso em: 19 dez. 2019.

CAIXETA-FILHO, J. V. Particularidade das modalidades de transportes. In: CAIXETA-FILHO, J.V.; GAMEIRO, A.H. (Orgs.). *Transporte e logística em sistemas*

agroindustriais. São Paulo: Atlas, 2001. p. 136-168.

CNT – Confederação Nacional do Transporte. *Entraves logísticos ao escoamento de soja e milho*. Brasília: CNT, 2015. p. 26.

CNT – Confederação Nacional do Transporte. *Relatório síntese de informações ambientais*. 2013. Disponível em: <http://issuu.com/despouir/docs/relatorio_sintese_de_informacoes_ambientais/1?e=4334684/1654694>. Acesso em: 27 jun. 2018.

CNT – Confederação Nacional do Transporte. *Custo logístico consome 12,7% do PIB do Brasil*. 2016. Disponível em: <<http://www.cnt.org.br/Imprensa/noticia/custo-logistico-consome-12-do-pib-do-brasil>>. Acesso em: 32 jun. 2018.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. *Boletim logístico Abril/2018*. 2018a. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/analises-do-mercado-agropecuario-e-extrativista/boletim-logistico>>. Acesso em: 10 jun. 2018.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. *Observatório Agrícola Acompanhamento da safra brasileira Maio/2018*. 2018b. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>>. Acesso em: 11 jun. 2018.

DISSÍDIO. *Dissídio de maquinista de locomotiva*. 2018. Disponível em: <<https://dissidio.com.br/salario/cbo-782610/maquinista-de-locomotiva/>>. Acesso em: 1 jul. 2018.

DNIT - Departamento Nacional de Infraestrutura e Transporte. *Visualizador de*

- Informações Geográficas (VGEO)*. 2018. Disponível em: <<http://servicos.dnit.gov.br/vgeo/>>. Acesso em: 28 jun. 2018.
- EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. *Soja em números (safra 2017/2018)*. 2018. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1/dados-economicos>>. Acesso em: 2 jun. 2018.
- EPL – Empresa de Planejamento Logístico. *Estudos dos custos de transporte hidroviário no Brasil, fase III*. 2014. Disponível em: <<http://www.epl.gov.br/estudo-dos-custos-do-transporte-hidroviario-no-brasil-elaboracao-de-ferramenta-de-simulacao>>. Acesso em: 18 jun. 2018
- FAYET, L. Paineis “A importância dos portos do Pará para a economia do Brasil”. *Diálogos Capitais: Setor portuário: Desafios e oportunidades*. Belém, 2016. Disponível em: <<https://www.cartacapital.com.br/dialogos-capitais/nova-rota-de-escoamento-pode-ser-alavanca-para-recuperacao-do-pais>>. Acesso em: 10 jun. 2018.
- FELIPE JR., Nelson Fernandes. Sistema hidroviário interior e intermodalidade no estado de São Paulo: a hidrovia Tietê-Paraná. In: SILVEIRA, M.R. (Org.). *Circulação transportes e logística: diferentes perspectivas*. São Paulo: Outras Expressões, 2011.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Censo Agro 2017*. 2018. Disponível em: <https://censos.ibge.gov.br/agro/2017/templatess/censo_agro/resultadosagro/agricultura.html?tema=76518&localidade=51>. Acesso em: 7 dez. 2018.
- IMEA – Instituto Matogrossense de Economia Agropecuária. *Projeções do Agronegócio em Mato Grosso para 2025*. 2016. Disponível em: <http://www.imea.com.br/upload/pdf/arquivos/Relatorio_AgroMT_Outlook_2025.pdf>. Acesso em: 19 jun. 2018.
- IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. *Hidrovias no Brasil: Perspectiva histórica, custos e institucionalidade*. Rio de Janeiro: Ipea, 2014. p. 23-25.
- LAKATOS, E. M. *Fundamentos de metodologia científica*. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2010. p. 166.
- MACEDO, L. D. A. *A situação do desenvolvimento econômico em Alto Taquari e Alto Araguaia após a chegada da ferrovia*. 2011. Dissertação (Mestrado em Agronegócio e Desenvolvimento Regional) – Faculdade de Economia, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá.
- MATTAR, F.N. *Pesquisa de Marketing*. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2001.
- OCDE-FAO – Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura. *Perspectivas Agrícolas OCDE-FAO: Brasil vai ultrapassar os Estados Unidos como o maior produtor de soja até 2026*. 2017. Disponível em: <<http://www.fao.org/americas/noticias/ver/pt/c/992188/>>. Acesso em: 10 jun. 2018.
- PETTERSSON, A. I.; SEGERSTEDT, A. Measuring supply chain cost. *International Journal of Production Economics*, v. 143, n.2, p.357-363, 2013.
- RUMO. *Informações financeiras: guia de modelagem*. 2017. Disponível em: <<http://ri.rumolog.com/mobile/ptb/guia-de-modelagem>>. Acesso em: 1 jul. 2018.
- SILVA, E. K.; MENEZES, E. M.

Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação. 4. Ed. Florianópolis: UFSC, 2005.

SILVA, F.P. *Financiamento da cadeia de grãos no Brasil: o papel das tradings e fornecedores de insumos*. 2012. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

SOJA BRASIL. Entenda como funciona o comércio da soja. *Canal Rural*. São Paulo, 7 ago. 2015. Disponível em: <<https://http://www.projetosojabrasil.com.br/entenda-como-funciona-o-comercio-da-soja/>> Acesso em: 4 jun. 2018.

SOBRE OS AUTORES

Fábio da Silva Martino Fonte

Mestrando em Engenharia de Transportes pelo Programa de Engenharia de Transportes da Universidade Federal do Rio de Janeiro (PET-COPPE-UFRJ). Especialista em Gestão Estratégica de Logística (UEG) e Graduado em Tecnologia de Transportes Terrestres (IFG). Contato: martinotransportes@gmail.com

George Martins Custódio

Mestrando em Educação, Linguagem e Tecnologia pelo Programa de Pós-Graduação Interdisciplinar em Educação, Linguagem e Tecnologias da Universidade Estadual de Goiás (IELT-UEG). Especialista em Docência Universitária (UEG). Graduado em Administração de Empresas (UCG). Contato: martinspmc3@gmail.com