

## ANÁLISE DE DECISÃO ENTRE INTERNALIZAÇÃO DA FROTA OU CONTRATAÇÃO DE FRETE NO MERCADO *SPOT* PARA O TRANSPORTE DE SOJA

**Abner Matheus João**

**Fernando Pauli de Bastiani**

Universidade de São Paulo  
Escola Politécnica

**José Geraldo Vidal Vieira**

Universidade Federal de São Carlos  
Campus Sorocaba

**José Vicente Caixeta-Filho**

Universidade de São Paulo  
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”

### RESUMO

O Brasil é o segundo maior produtor mundial de soja, atrás apenas dos Estados Unidos. Para o transporte do produto, o método a granel é o mais utilizado. Dentro deste cenário, o trabalho tem por objetivo analisar se, do ponto de vista do embarcador, a estratégia de internalizar a frota para realizar atividades de transporte com destino à exportação é menos onerosa. Para isso, foi utilizado o método de simulação de Monte Carlo para a simulação dos valores de mercado dos fretes, que quantifica e retrata o resultado do custo total, em comparação ao custo operacional de transporte. Como resultado, observou-se que a decisão recomendada para o embarcador é de internalizar as operações de transporte, utilizando do implemento do tipo rodotrem, uma vez que na maior parte dos casos a margem é positiva; e que os custos não são as únicas variáveis que compõe o frete, podendo este variar de região a região.

### ABSTRACT

Brazil is the world's second major producer of soybean, after United States. In order to transport the product, the bulk cargo method is mostly applied. This article aims to answer if it is a better solution for the shipper to internalize the shipping process. As a method for the market freight prices it was used the Monte Carlo Simulation, that quantifies and pictures the potential result of the total costs compared with the operational cost of transportation. As a result and subsequent conclusion, the internalization process by using road train would be a better fit due to its positive margins in most of the cases; and the costs were not the only freight's variables since it varies from region to region.

### 1. INTRODUÇÃO

A demanda global por produtos primários apresenta-se crescente, tendo como principal fator o crescimento populacional associado a mudanças no consumo (Tilman et al., 2011, *apud* Nóias Júnior e Sentelhas, 2019).

De acordo com dados da safra de 2017/2018 da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, 2019), o Brasil é atualmente o segundo maior produtor mundial de soja no mundo, atrás apenas dos Estados Unidos. A produção nacional é de 116,996 milhões de toneladas, enquanto que nos EUA o valor é de 119,518 milhões de toneladas (USDA, 2018). O Mato Grosso é o estado brasileiro com maior produção de soja, com 31,887 milhões de toneladas, seguido pelo Paraná, com 19,070 milhões de toneladas, e o Rio Grande do Sul, com 16,968 milhões de toneladas (EMBRAPA, 2019). Ademais, boa parte da área utilizada para a cultura de soja é ocupada pelas plantações de milho no segundo semestre de cada ano, contribuindo para o aumento da produção de grãos por área e aumentando a rentabilidade da terra (Nóia Júnior e Sentelhas, 2019).

Para a soja, o maior volume produzido tem como destino o mercado externo. No ano de 2018

o Brasil exportou um total de quase 84 milhões de toneladas de soja em grão, ante 83,8 milhões de toneladas exportadas em 2017, segundo os dados da Secretaria de Comércio Exterior. O número representou um crescimento de 23,1% na comparação anual. O maior comprador da soja brasileira é o mercado chinês, que detém a alcunha de maior comprador da oleaginosa em todo o globo (USDA, 2019).

Para que o produto saia da região produtora, localizada principalmente na área central do país, até os portos exportadores, o transporte a granel é o mais utilizado, ou seja, o mercado de fretes brasileiro é majoritariamente dependente do transporte rodoviário, face à falta de terminais de armazenagem dos grãos em entrepostos, bem como à ausência de investimentos na ampliação dos sistemas de transportes, sobretudo hidroviários e ferroviários. Segundo Kussano e Batalha (2012), os custos logísticos para uma grande *trading* de soja representam, no Brasil, cerca de 35% do seu faturamento, sendo os custos de transporte responsável por 75% desse montante. Isso é reflexo das grandes distâncias que a *commodity* precisa percorrer até que chegue ao seu destino final, além da grande dependência do modal rodoviário na matriz de transporte. Uma alternativa ao escoamento da leguminosa são as opções de armazenagem de grãos em postos intermediários (Barbosa e Vieira, 2014).

No Brasil, o transporte rodoviário de soja é influenciado por uma série de fatores, dentre os quais se destacam como principais: distância percorrida, existência de praças de pedágio, condições da via, tempos de carga e descarga, preço do combustível (Junior e Caixeta-Filho, 2003). Um estudo realizado por Oliveira *et al.* (2015) demonstrou a influência das condições da via para a exportação de soja com origem no Mato Grosso do Sul para os portos de Santos e Paranaguá, sendo os fretes para Santos 12% mais baratos em relação a Paranaguá, mesmo com distâncias maiores. Essa alternativa de transporte mais barata pode representar um aumento significativo no lucro dos produtores, dado o alto volume que é exportado na região estudada.

Outro fator relevante que afeta diretamente na precificação dos fretes de soja é a sazonalidade da oferta e demanda por serviço de transporte, a qual pode variar bastante entre os períodos de safra e entressafra da *commodity*, bem como pela concorrência com o transporte de outros granéis sólidos, como açúcar e fertilizantes. O estudo conduzido por Junior e Caixeta-Filho (2003) comprovou que esse fator pode ocasionar variações altas nos preços, até impedindo que as variações de custos sejam repassadas totalmente no frete. Martins (2008) também destacou a sazonalidade da demanda por transporte como fator importante na formação do preço do frete da soja. O autor adiciona o fator regional, mostrando que as diferenças dos corredores de produção do grão podem gerar ainda mais complicações no entendimento do custo do frete, seja pela mudança do nível de produção ou pelas diferentes infraestruturas disponíveis naquela localidade.

A adoção da Tabela de Pisos Mínimos de fretes no Brasil, a partir do ano de 2018, em consequência da chamada “greve dos caminhoneiros” impôs uma nova restrição ao mercado e fez com que os valores praticados nos fretes apresentassem uma alteração considerável. Essa nova restrição foi suficiente para despertar o interesse em análises quantitativas de cenários em que a contratação do frete no mercado *spot* é contraposta à internalização da frota, a fim de comparar os seus custos e possibilitar uma tomada de decisão de prosseguir ou não com a internalização da frota com base em dados quantitativos.

Diante desse cenário, o presente trabalho tem por objetivo responder a seguinte pergunta: do ponto de vista do embarcador, vale a pena internalizar a frota para realizar as atividades de transporte com destino a exportação?

O estudo foi realizado com as rotas entre os principais produtores de soja do mercado brasileiro e os principais portos de destino, para que as análises dos resultados das variáveis de decisão propostas pudessem indicar a melhor alternativa a ser seguida. Para isto, o trabalho foi conduzido por meio do uso da aplicação da técnica da Simulação de Monte Carlo nos dados históricos de frete de mercado entre os anos de 2009 à 2018 (Sifreca, 2019), a fim de viabilizar a comparação dessa análise com os dados de custo operacional para o transporte de soja para as mesmas rotas.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

Com o objetivo de avaliar a viabilidade de aquisição de frota própria por um trade exportadora de soja, a metodologia foi dividida em seis passos, os quais estão descritos a seguir e irão embasar os resultados.

### 2.1. Passo 1 - Definição das rotas

Nesse primeiro passo foram definidas as rotas de exportação de soja que irão compor as análises. Para essa seleção foi utilizado como referência os dados da Pesquisa Agrícola Municipal (IBGE, 2019) e do Ministério da Economia, Indústria, Comércio Exterior e Serviços (MDIC, 2019). Na primeira referência foram selecionados os principais municípios produtores de soja no Brasil, buscando representar cada uma das principais regiões produtoras, e na segunda seus respectivos portos de destinos na exportação do grão, também buscando diversificar os corredores estudados. As rotas selecionadas estão representadas na Tabela 1, bem como as distâncias que serão utilizadas nos cálculos posteriores.

**Tabela 1:** Rotas analisadas

Abreviação	Origem	Destino	Distância (km)
S-P	Sorriso (MT)	Paranaguá (PR)	2295
S-R	Sorriso (MT)	Rondonópolis (MT)	670
S-I	Sorriso (MT)	Itaituba (PA)	1081
CN-PV	Campo Novo do Parecis (MT)	Porto Velho (RO)	1017
LEM-A	Luís Eduardo Magalhães (BA)	Aratu (BA)	995
RV-S	Rio Verde (GO)	Santos (SP)	990
C-P	Cascavel (PR)	Paranaguá (PR)	594
PF-RG	Passo Fundo (RS)	Rio Grande (RS)	573

### 2.2. Passo 2 - Variáveis de decisão

Definidas as rotas, foram selecionadas as variáveis de decisão que podem influenciar a decisão entre comprar frota própria ou terceirizar o transporte. Pelas características do produto a ser transportado, os custos com o transporte da soja são muito representativos em relação ao preço da commodity (que tem baixo valor agregado), sendo então um fator primordial de análise a partir do objetivo em questão. Para maior riqueza na análise, utilizou-se de dois tipos de implemento rodoviário para o custo: o bitrem (com capacidade para 37 toneladas) e rodotrem (com capacidade para 50 toneladas). As variáveis de decisão para comparação com os fretes praticados no mercado são: (i) Custo de transporte bitrem (CB); e (ii) Custo de transporte rodotrem (CR).

### 2.3. Passo 3 - Cálculo das variáveis de decisão

No passo três foram calculadas as variáveis de decisão apresentadas no passo 2. Com relação aos custos de transporte, foi utilizado uma metodologia padrão de custeio de transporte, onde foi levado em consideração diversos aspectos na composição do custo (aquisição do veículo, mão-de-obra, combustível, custos administrativos, impostos, entre outros). Essa metodologia foi disponibilizada pelo Grupo de Pesquisa e Extensão em Logística Agroindustrial (ESALQ-LOG) e foi aplicada para as rotas selecionadas no passo 1, tanto para o implemento bitrem quanto para o rodotrem, adicionando-se os valores de pedágios para cada rota.

Já na questão dos valores de fretes praticados no mercado, foi utilizado a simulação de Monte Carlo. A Simulação de Monte Carlo quantifica e retrata o potencial resultado do custo total, determinado pelos fretes de mercado (assim como suas probabilidades associadas), tendo como base dados de caráter incertos, como a distribuição de demanda estimada em cada planta estudada em determinado caso (Weltman e Tokara, 2019). Ela faz uso de números aparentemente randômicos submetidos a testes estatísticos, de modo a garantir que tais dados possam simular amostras de qualidade para a tomada de decisão (Gentle, *et al.*, 1998) e facilita a identificação empírica quanto à detecção de tendências iniciais, o que pode ser muito útil em uma variedade de situações (Choi *et al.*, 2011). Esta técnica de simulação foi escolhida pois o mercado de frete de soja no Brasil é muito sazonal, o que configura uma variabilidade muito grande de valores e uma dificuldade de se estimar e prever um valor exato para o mesmo. A aplicação da simulação foi realizada a partir de uma série histórica mensal de fretes de 2009 a 2018, que foram disponibilizadas pelo Sistema de Informação de Fretes (Sifreca, 2019). A simulação foi aplicada com o uso do *software R* e posteriormente analisadas em *Microsoft Excel*, onde após serem obtidas as melhores distribuições para cada rota e mês, sendo que foram utilizadas distribuições log-normal e normal, foram gerados 10.000 valores aleatórios para cada mês e para cada rota, determinando a melhor distribuição das informações e os valores médios para cada rota, conforme apresentados na Tabela 2.

**Tabela 2:** Fretes médios em R\$/tonelada para cada Rota e Mês

Rota	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Sorriso (MT) - Paranaguá (PR)	303,9	323,0	344,0	321,7	301,6	288,6	291,8	313,4	300,7	298,2	284,9	276,9
Sorriso (MT) - Rondonópolis (MT)	111,0	120,2	130,8	115,3	104,8	109,4	112,1	110,9	107,7	109,9	106,1	107,2
Sorriso (MT) - Itaituba (PA)	174,3	192,1	202,9	197,4	182,6	183,1	194,6	199,3	181,1	181,7	170,6	169,5
Campo Novo do Parecis (MT) - Porto Velho (RO)	166,2	175,3	182,5	175,9	165,2	162,8	170,4	170,2	154,9	157,7	150,1	148,3
Luís Eduardo Magalhães (BA) - Aratu (BA)	145,0	143,8	153,6	161,6	151,0	153,2	155,7	156,7	152,2	146,7	137,1	147,3
Rio Verde (GO) - Santos (SP)	163,1	183,1	195,5	189,2	181,1	177,1	183,4	191,2	173,2	166,2	153,0	150,6
Cascavel (PR) - Paranaguá (PR)	103,1	121,8	120,8	108,5	101,9	105,8	104,1	103,5	97,3	96,7	91,3	97,2
Passo Fundo (RS) - Rio Grande (RS)	87,6	88,7	96,8	101,9	91,6	91,7	89,1	92,1	85,2	83,4	84,9	86,36

#### 2.4. Passo 4 - Ponderação dos valores

A partir dos cálculos dessas variáveis de decisão do passo 3, foi realizada uma ponderação desses valores para se chegar em um valor anual referencial para as comparações. Essa ponderação foi realizada utilizando os dados de exportação mensal por porto do MDIC (2019). Para cada rota, utilizou-se os dados do seu respectivo maior porto exportador de soja. A Tabela 3 resume os valores finais ponderados pelo nível de exportação.

**Tabela 3:** Valores ponderados para cada variável de análise

Rota	Custo de transporte (R\$/t)	
	Bitrem	Rodotrem
Sorriso (MT) - Paranaguá (PR)	327,1	273,6
Sorriso (MT) - Rondonópolis (MT)	112,3	92,9
Sorriso (MT) - Itaituba (PA)	164,8	135,8
Campo Novo do Parecis (MT) - Porto Velho (RO)	155,6	128,0
Luís Eduardo Magalhães (BA) - Aratu (BA)	145,7	120,0
Rio Verde (GO) - Santos (SP)	163,3	137,5
Cascavel (PR) - Paranaguá (PR)	112,1	94,5
Passo Fundo (RS) - Rio Grande (RS)	102,7	85,7

#### 2.5. Passo 5 - Definição das faixas de análise

No passo 5 definiram-se os intervalos de variações das margens entre os parâmetros e onde cada um desses intervalos se encaixa na distribuição dos valores de fretes gerados na simulação Monte Carlo. Diante disso, esses intervalos foram representados por variações percentuais nos parâmetros: (i) menos de -50%; (ii) entre -50% e -30%, (iii) entre -30% e -10%; (iv) entre -10% e 0%; (v) entre 0% e 10%; (vi) entre 10% e 30%; (vii) entre 30% e 50%; (viii) acima de 50%.

#### 2.6. Passo 6 – Decisão a ser tomada

Após encontradas na distribuição de fretes todas as faixas de variações para cada variável de decisão, avaliou-se a viabilidade da aquisição de frota própria para cada rota. É importante destacar que as maiores faixas de variação para cada margem são mais propensas a decisão de comprar frota própria, ou seja, a decisão tenderá sempre nas faixas em que se obtiver uma maior probabilidade dos valores de fretes.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Tabela 4 apresenta a probabilidade da diferença do frete médio gerado através da Simulação de Monte Carlo com os diferentes cenários analisados ser positivo para cada mês do ano, ou seja, a margem entre o frete médio e os custos. Inicialmente, observa-se grande disparidade entre os tipos de implementos, sendo que a possibilidade da margem entre os valores de frete simulados e os custos do rodotrem (CR) ser positiva é sempre maior do que a do bitrem (CB), pelo custo do rodotrem por tonelada transportada ser menor.

**Tabela 4:** Probabilidade de a margem do frete simulado ser positiva comparando-se com custo do bitrem (CB) e custo do rodotrem (CR) para cada rota e mês

Rota	Comparação	Mês											
		jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
S-P	CB	27%	65%	91%	50%	13%	11%	23%	52%	25%	34%	19%	7%
	CR	76%	91%	99%	87%	76%	67%	71%	99%	79%	75%	64%	55%
S-R	CB	40%	70%	92%	63%	23%	39%	48%	45%	41%	49%	40%	40%
	CR	90%	96%	100%	100%	86%	96%	96%	91%	94%	91%	85%	88%
S-I	CB	60%	79%	87%	82%	70%	68%	76%	80%	72%	73%	56%	55%
	CR	95%	97%	99%	98%	95%	93%	95%	96%	95%	96%	83%	84%
CN-PV	CB	67%	87%	95%	87%	75%	69%	75%	78%	56%	65%	47%	40%
	CR	98%	100%	100%	100%	100%	99%	99%	99%	96%	99%	89%	90%
LEM-A	CB	40%	41%	58%	84%	56%	71%	75%	76%	70%	55%	39%	57%
	CR	88%	86%	98%	100%	99%	99%	100%	100%	98%	91%	85%	97%
RV-S	CB	44%	90%	98%	95%	85%	77%	83%	96%	64%	57%	42%	33%
	CR	90%	100%	100%	100%	100%	99%	98%	100%	86%	85%	74%	71%
C-P	CB	23%	69%	75%	29%	20%	37%	29%	32%	21%	17%	13%	23%
	CR	65%	93%	100%	95%	68%	71%	72%	68%	58%	58%	47%	54%
PF-RG	CB	12%	14%	26%	43%	8%	8%	13%	14%	13%	15%	24%	22%
	CR	48%	55%	75%	85%	71%	77%	57%	73%	49%	47%	52%	49%

Observa-se, também, grande disparidade entre as probabilidades para uma mesma rota pelo fato de a sazonalidade no frete ser maior do que a sazonalidade nos custos de transporte, por esse motivo foi realizada a ponderação que é listada no tópico 2.4 e integrará os dados utilizados para as análises posteriores.

### 3.1. Viabilidade de Internalização da frota

Para verificar se vale a pena internalizar a frota, dividiu-se a margem do frete anual (ponderado pela distribuição da exportação nos portos de destino, como exposto na Tabela 3) com relação aos cenários analisados em faixas. A economia com a internalização da frota se dá quando a margem do frete de mercado e os custos é positiva, de tal modo que, quanto maior é a margem, maiores são as possibilidades de haver economia com a internalização do transporte, uma vez que a despesa do embarcador com o transporte será o custo desse transporte, não o frete de mercado.

#### 3.1.1 Bitrem

A Tabela 5 apresenta as margens obtidas através da subtração dos fretes simulados pela análise de Monte Carlo com os custos de transporte com a utilização do bitrem, ponderados pela distribuição das exportações no ano de 2018 para os respectivos portos.

**Tabela 5:** Distribuição das margens entre o frete e o custo de transporte para o bitrem

Rotas	Margem com relação ao custo de transporte (bitrem)							
	Menos de -50%	Entre -50 e -30%	Entre -30 e -10%	Entre -10 e 0 %	Entre 0 e 10%	Entre 10 e 30%	Entre 30 e 50%	Acima de 50%
S-P	0,00%	0,00%	31,72%	66,77%	1,51%	0,00%	0,00%	0,00%

S-R	0,00%	0,00%	0,20%	39,92%	59,54%	0,34%	0,00%	0,00%
S-I	0,00%	0,00%	0,05%	2,40%	26,59%	70,64%	0,32%	0,00%
CN-PV	0,00%	0,00%	0,00%	0,62%	62,59%	36,79%	0,00%	0,00%
LEM-A	0,00%	0,00%	0,02%	16,23%	81,97%	1,78%	0,00%	0,00%
RV-S	0,00%	0,00%	0,00%	0,09%	40,18%	59,73%	0,00%	0,00%
C-P	0,00%	0,01%	35,56%	59,38%	5,05%	0,00%	0,00%	0,00%
PF-RG	0,00%	0,42%	76,02%	23,24%	0,32%	0,00%	0,00%	0,00%

Fonte: Elaborado pelos autores com base nos resultados

Observa-se que o comportamento das margens é distinto para cada rota, sendo que o frete e os custos são determinados por diversos fatores. Em todas as rotas, houve ocorrência da margem ser negativa, sendo as rotas da região Sul do país, Passo Fundo (RS) – Rio Grande (RS) e Cascavel (PR) – Paranaguá (PR), com maior recorrência nessa faixa (99,68% e 94,95%, respectivamente) e na rota Sorriso (MT) – Paranaguá (PR), com 98,49% dos valores negativos. As rotas que apresentaram maiores possibilidades de ganhos (economias) foram Sorriso (MT) – Itaituba (PA), Rio Verde (GO) – Santos (SP) e Campo Novo do Parecis (MT) – Porto Velho (RO), sendo que na rota S-I, 70,64% das simulações estiveram na faixa de 10% a 30% e 0,32% entre 30 e 50%. Assim, a opção de internalizar a frota seria recomendada aos tomadores de decisão para todas as rotas que apresentaram grande possibilidade de ocorrência na faixa de 10 a 30%, sendo elas Sorriso (MT) – Itaituba (PA) e Rio Verde (GO) – Santos (SP). Para as rotas mais curtas (PF-RG e C-P) a opção recomendada seria de manter-se a estratégia de contratação de fretes no mercado *spot*.

### 3.1.2 Rodotrem

Do mesmo modo, para a utilização do implemento rodoviário do tipo rodotrem (Tabela 6) tem-se que a margem se torna majoritariamente positiva para todas as rotas. Isto se dá pelo fato de que o custo por tonelada da movimentação em rodotrem ser menor do que com a utilização do bitrem, tornando a atividade de transporte mais rentável. Como o rodotrem tem maior capacidade, os custos fixos são diluídos pela maior capacidade de carga deste implemento, causando redução nos custos fixos e variáveis frente a utilização de bitrem. Essa combinação eleva a margem do produtor.

**Tabela 6:** Distribuição das margens entre o frete e o custo de transporte para o rodotrem

Rotas	Margem com relação ao custo de transporte (rodotrem)							
	Menos de -50%	Entre -50 e -30%	Entre -30 e -10%	Entre -10 e 0 %	Entre 0 e 10%	Entre 10 e 30%	Entre 30 e 50%	Acima de 50%
S-P	0,00%	0,00%	0,00%	0,33%	54,74%	44,93%	0,00%	0,00%
S-R	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,52%	99,48%	0,00%	0,00%
S-I	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,06%	59,12%	40,82%	0,00%
CN-PV	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	97,11%	2,89%	0,00%
LEM-A	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,05%	99,95%	0,00%	0,00%
RV-S	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	97,42%	2,58%	0,00%
C-P	0,00%	0,00%	0,01%	3,55%	56,52%	39,92%	0,00%	0,00%
PF-RG	0,00%	0,00%	0,22%	15,48%	71,14%	13,16%	0,00%	0,00%

Observa-se que os maiores ganhos econômicos se concentram na faixa de 10 a 30%. Destaca-

se a rota Sorriso (MT) – Itaituba (PA) que apresentou grande probabilidade de ocorrência na faixa de 30 a 50% (40,82% das simulações). Apenas as rotas Sorriso (MT) – Paranaguá (PR) e Cascavel (PR) – Paranaguá (PR) apresentaram ocorrências em que as margens são negativas (0,33% e 3,56% das observações, respectivamente).

### 3.1.3 Recomendações

Portanto, através da análise dos resultados, a recomendação quanto a internalização da frota se dá, principalmente, com a utilização de implementos de nove eixos, tendo maior capacidade para a realização das atividades de transporte, pois apresenta ganhos superiores a 50% em algumas rotas e maiores que 10% para a maior parte dos corredores selecionados. A utilização do bitrem só é recomendada para as rotas com destino a Itaituba (PA) e Porto Velho (RO), pois nessas a maior parte das observações são positivas, sendo que nas movimentações para os corredores de transporte tradicionais (Sul e Sudeste) a probabilidade de perdas com a utilização de frota própria é grande.

Em geral, tem-se que a utilização de frota própria se torna rentável com o aumento da distância da rota analisada, ou seja, quanto maior a distância do percurso em análise, maior é a rentabilidade com a internalização das atividades de transporte, pelo fato de que o custo por tonelada transportada em cada quilômetro se reduz com o aumento da distância, pela diluição dos custos fixos.

Entretanto, fatores principalmente ligados a receita podem influenciar na rentabilidade, o maior exemplo pode ser observado na comparação entre as rotas com origem em Sorriso (MT) com destino a Itaituba (PA) e Paranaguá (PR). Na primeira, as condições da via são muito mais precárias do que com destino ao cone-sul e o tempo de deslocamento tende a ser inferior, além de haver menor oferta de fertilizantes no porto de Miritituba, o que pode resultar na necessidade de retorno sem carga, encarecendo o frete de grãos, ou seja, aumentando a receita do transportador, dessa forma como expresso nas tabelas 5 e 6, a possibilidade da margem ser positiva para essa rota é superior a 99% com os dois tipos de implemento. Para a rota com destino a Paranaguá, a utilização do implemento do tipo bitrem não se apresentou viável, sendo necessário a utilização de rodotrem para viabilizar a internalização da atividade de transporte.

A mesma retórica se dá para as rotas da região Sul do país, Passo Fundo (RS) – Rio Grande (RS) e Cascavel (PR) – Paranaguá (PR), em que os ganhos econômicos menores são justificados principalmente pelos menores fretes nessas regiões (da ótica de R\$/t.km). Nas rotas com destino aos portos do Arco-Norte, Sorriso (MT) – Itaituba (PA) e Campo Novo do Parecis (MT) – Porto Velho (RO), as diferenças são maiores pelo fato de que o frete de mercado é maior como resultado da precariedade nas vias que interligam as regiões produtoras e os portos e conseqüente menor oferta de transporte no mercado *spot*.

## 5. CONCLUSÕES

Para a maior parte das rotas analisadas do ponto de vista de custos e uso das duas tabelas de pisos mínimos (vigente e em consulta pública), pode-se responder à pergunta inicial: “do ponto de vista do embarcador, vale a pena internalizar a frota para realizar as atividades de transporte com destino a exportação?”, na qual a decisão recomendada seria de internalizar as operações de transporte, uma vez que a maior parte dos casos a margem é positiva, de modo que há um excedente que pode ser economizado pelo embarcador ao realizar a operação, trabalhando, assim, com o frete no patamar dos custos de transporte (considerando

os custos fixos e variáveis, bem como custos administrativos, impostos e pedágios).

A diferença no tipo de implemento utilizado também é de extrema importância para a escolha quanto a modalidade da operação de transporte a ser escolhida. A movimentação com implemento do tipo rodotrem é mais vantajosa, sendo que em algumas rotas a opção de se utilizar bitrem apresenta perdas econômicas em comparação a contratação de transporte no mercado spot. Dessa forma, a escolha lógica recomendada para a internalização da frota seria com a utilização restrita e única de caminhões com implementos do tipo rodotrem.

Como sugestão para futuros estudos, tem-se a incorporação das tabelas de pisos mínimos do Governo Federal na análise, como novas formas de se comparar a viabilidade com a internalização da frota, tendo como visibilidade o cenário do mercado *spot* sem valores mínimos e com os pisos regulados pela ANTT. Outra sugestão seria buscar alguns métodos capaz de identificar a quantidade de caminhões a serem adquiridos, pois se trata de um mercado muito sazonal.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARBOZA, Patrícia Dias; VIEIRA, José Geraldo Vidal. *Análise de decisão multicritério aplicada na seleção de investimento em armazenagem de soja em grão*. Produto & Produção (Online), v. 15, p. 24-45, 2014.
- Choi, S., W.; Gibbons, L. E., Crane, P. K. *Iordif: An R Package for Detecting Differential Item Functioning Using Iterative Hybrid Ordinal Logistic Regression/Item Response Theory and Monte Carlo Simulations*. J Stat Softw. Estados Unidos, 2011.
- EMBRAPA. Embrapa Soja. Soja em números (safra 2017/2018), 2018. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1/dados-economicos>> Acesso em 31/03/2019.
- ESALQ-LOG. Custos de frete rodoviário, 2019.
- Gentle, J. E. *Random Number Generation and Monte Carlo Methods*. Springer. Estados Unidos, 1998. 247 p.
- IBGE. Pesquisa Agrícola Municipal – 2017. 2019.
- Junior, G. C.; Caixeta Filho, J. V. Principais determinantes do preço do frete rodoviário para o transporte de soja em grãos em diferentes estados brasileiros: uma análise econométrica. *Economia Aplicada*, v. 7, n. 1, 2003.
- Kussano, M. R., Batalha, M. O. Custos logísticos agroindustriais: avaliação do escoamento da soja em grão do Mato Grosso para o mercado externo. *Gest. Prod.*, São Carlos, v. 19, n. 3, 2012, p. 619-632
- Noia Junior, R.; Sentelhas, R. Soybean-maize succession in Brazil: Impacts of sowing dates on climate variability, yields and economic profitability. *European Journal of Agronomy*. v. 103, 2019. p. 140-151.
- Martins, R. S. Estudo da formação do frete rodoviário e potencial de conflitos em negociações em cadeias do agronegócio brasileiro. *Organizações Rurais & Agroindustriais*, Lavras, v. 10, n. 1, 2008, p. 73-87.
- MDIC. Estatísticas do Comércio Exterior (Comexstat). Ministério da Economia, Indústria, Comércio Exterior e Serviços, 2009.
- Oliveira, R. V. Guedes, I. Silva, R. H. B. Análise dos custos logísticos de transporte no escoamento de soja do estado de Mato Grosso do Sul para os portos de Paranaguá e Santos. *Multitemas*, Campo Grande, MS, n. 47, 2015, p. 57-75.
- SIFRECA. Sistema de Informações de Frete. ESALQ-LOG, 2019.
- USDA. World Agricultural Production. Junho, 2019.
- Weltman, D.; Tokara, T. Using a Monte Carlo Simulation Exercise to Teach Principles of Distribution: An Enhanced Version of the Classic Transportation Problem. *Information Systems and Supply Chain Management*. Neeley School of Business, Texas Christian University. Fort Worth, Texas, Estados Unidos, 2019.

---

Abner Matheus João (abner.joao@usp.br)

Fernando Pauli de Bastiani (fernando.bastiani@usp.br)

Grupo de Pesquisa e Extensão em Logística Agroindustrial (ESALQ-LOG), Universidade de São Paulo  
Av. Pádua Dias, 11 – Piracicaba, SP, Brasil