

Redução de Custos de Transportes Sobre a Produção de Soja: uma aplicação de equilíbrio geral computável para as grandes regiões brasileiras

Grupo de Pesquisa: Grupo 1 – Comercialização, Mercados e Preços.

RESUMO

O propósito deste artigo é avaliar os impactos da redução do custo de transporte para o setor de soja nas regiões brasileiras. Utiliza-se o modelo PAEG (Projeto de Análise de Equilíbrio Geral da Economia Brasileira). Para atingir o objetivo, foi simulada uma melhora no sistema de transportes nas regiões brasileiras sobre o setor de soja, e os impactos nos principais blocos comerciais. Os resultados mostraram-se coerentes com a literatura, mostrando que uma redução no custo de transporte aumenta a produtividade e favorecem as exportações brasileiras.

Palavras-chave: Soja. Custo de Transporte. PAEG.

Classificação JEL: O13, R40, C68.

ABSTRACT

The purpose of this article is to evaluate the impacts of reduced transport costs for the soy sector in the Brazilian regions. We use the model of General Equilibrium Analysis Project of the Brazilian Economy (PAEG). To achieve the goal, it simulated an improvement in the transport system in the Brazilian regions of the soy sector, and the impact on the main shopping blocks. The results were consistent with the literature, showing that a reduction in transportation cost increases productivity and favor Brazilian exports.

Keywords: Soy. Transport Cost. PAEG.

JEL Classification: O13, R40, C68.

1. INTRODUÇÃO

O objetivo deste trabalho é avaliar os impactos da redução do custo de transporte para o setor de soja nas regiões brasileiras, via uma redução no custo de transporte brasileiro. Para tal foi simulando uma melhora nos modais de hidrovias quanto nas rodovias, utilizando o modelo PAEG - Projeto de Análise de Equilíbrio Geral da Economia Brasileira.

As decisões de autoridades sobre política de transporte geralmente se dão por análise de custo-benefício, feitas frequentemente sobre o tempo de viagem resultante, não considerando bem as externalidades, ou quando averiguada de modo *ad-hoc*. Além disso, o diagnóstico é feito observando um equilíbrio parcial, não avaliando esses impactos em outros setores da economia. Com os modelos de equilíbrio geral é possível examinar como uma mudança exógena nos parâmetros afetam toda a economia, com todos os seus setores, através da resolução simultânea de equações, podendo averiguar as externalidades entre os setores e regiões (ROBSON; DIXIT, 2015).

Nesse sentido encontra-se na literatura muitos estudos que empregaram da metodologia de equilíbrio geral computável para averiguar as implicações de uma estrutura mais favorável no setor do transporte (BRÖCKE; MERCENIER, 2011). Por exemplo, Brocker (1998) avalia o impacto da redução do custo de transporte, desenvolvendo um modelo de equilíbrio geral espacial (SCGE) para a regiões da Europa, com custos tipo *iceberg*. Kilkenny (1998) faz análise comparativa da redução do custo de transporte e o desenvolvimento rural através de um modelo de equilíbrio geral computável, no qual encontra-se uma relação negativa se o custo do transporte já era baixo, favorecendo a concentração na área urbana, mas se o custo do transporte era alto, uma redução no custo, favorece o desenvolvimento rural. Kim et al. (2004) fazem uma pesquisa com o método de equilíbrio geral computável multirregional de uma rede de transporte integrado, sobre a proposta de rodovias em toda a Coreia e averiguam os efeitos do transporte, tendo como hipótese que melhores ligações entre as regiões vão gerar maior produtividade para as mesmas.

Em nível nacional, Almeida (2003) também empregou um modelo de equilíbrio geral aplicado espacial para análise de política de transporte em Minas Gerais, observando que melhores condições no setor de transporte gera um maior bem-estar e desempenho econômico. Através de um modelo de equilíbrio geral inter-regional com modelo de transporte espacial Araújo (2006) averiguou os efeitos do projeto da duplicação das rodovias BR-116 e BR-153, resultando em ganhos de fluxo de comércio para regiões mais dinâmicas e perdas para regiões do Nordeste. Faria (2009) observou através de um modelo de equilíbrio geral computável, os efeitos de dois projetos vinculados ao Programa de Aceleração de Crescimento (PAC), resultando aumento do nível de emprego e de atividade econômica e Haddad et. al (2010) analisam os custos portuários e seu efeito regional, em que, esse custo acaba sendo uma barreiras comercial adicional, desta maneira, através de um modelo de equilíbrio geral computável espacial (CGE), no qual tem-se uma integração a rede de transporte e simula cenários de eficiência portuária dentro do Brasil.

No que se refere a transporte, grãos e equilíbrio geral computável alguns trabalhos foram encontrados na literatura como Costa et al. (2007) investigaram os efeitos de uma redução no custo de transporte no complexo internacional da soja, através de uma redução na taxa de exportação da soja, fazendo uso do modelo *Global Trade Analysis* - GTAP na

versão 6 com base no cenário econômico mundial de 2001. Em nível nacional, Tardelli (2013) utiliza de um cenário próximo de Costa et al. (2007), mas analisando a redução do custo de transporte através de uma mudança positiva de 25% na tecnologia do transporte marítimo, pois este choque afeta vários setores permitindo substitutibilidade entre os produtos, usando também o modelo GTAP na versão 8 com cenário de economia mundial do ano 2007.

A infraestrutura de transportes é de extrema importância para o escoamento da produção de soja no Brasil. Alguns estudos como Anciães et al. (1980), Caixeta et. al. (1998), Correa e Ramos (2004), Coeli (2004), Afonso (2006) demonstraram que os modais hidroviários e ferroviários seriam mais eficientes para o transporte de cargas, principalmente de longa distância, por apresentarem menores custos com maior eficiência energética¹. Mas, conforme a movimentação anual de transporte de cargas de outubro de 2016 da Confederação Nacional do Transporte (CNT, 2017), o setor aquaviário e ferroviário participam apenas com 13,6% e 20,7% dos modais, enquanto o rodoviário é o setor mais utilizado representando 61,1%.

De acordo com Campos-Neto (2014), houve um crescimento significativo em investimentos na infraestrutura de transportes de 2003 a 2010, mantendo-se estabilizado de 2010 a 2013, sendo que de 2002 a 2010, 46,5% do investimento total veio do setor privado. Campos-Neto (2016) esclarece a relevância do Plano Plurianual (PPA) 2004-2007 para o setor de transporte com investimentos, empregando o conceito “corredores de integração”, trabalhando com nove corredores de desenvolvimento, com investimento total para o setor de quase R\$ 24 bilhões. No PPA 2008-2011, 1,6% do dispêndio do período foi destinado para o transporte, contabilizando um total de aproximadamente R\$ 55 bilhões. Um aumento significativo foi visto no PPA 2012-2015, no qual os investimentos no setor de transporte foram de R\$ 126,9 bilhões. Já para o atual PPA 2016-2019 com a previsão de investimento de R\$ 117,40 bilhões.

O serviço de transporte para o setor da soja é um dos importantes custos de produção da soja, principalmente pela competitividade internacional. O Brasil entrou no mercado internacional de soja em 1970 e segundo a FAOSTAT (2017), logo em torno de 1975 já se tornou o segundo maior produtor de soja, atrás do Estados Unidos, e conforme a Embrapa – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (2017) de lá para cá a produção mundial e brasileira aumentaram, chegando na safra de 2015/2016 com uma produção de aproximadamente 312,36 Mt e no Brasil 95,63 Mt do grão, sendo que o estado de Mato Grosso do Sul foi o maior produtor brasileiro (26,05 milhões de toneladas), Paraná o segundo (17,10 milhões de tonelada) e o Rio Grande do Sul o terceiro com 16,20 milhões de toneladas de produção de soja.

E sendo o Brasil um país grande com uma extensão de oito milhões de km², com grandes distâncias territoriais entre o produtor e os portos brasileiros, ou seja, conforme CNT (2016) com uma malha rodoviária no total de 1.720.756 Km e conforme USDA (*United States Department of Agriculture*, 2015) com 40 portos² e 42 terminais privados, optou-se por analisar o efeito de um impacto no custo de transporte brasileiro, através do modelo de equilíbrio geral computável, mas analisando também como se dá esses resultados em diferentes regiões brasileiras, já que o custo de transportar a soja até o porto é desigual nas distintas regiões. Por isso neste trabalho utilizar-se-ia do modelo de

¹ Eficiência energética expressa em megajoules por tonelada-quilômetro, análise de Anciães et al. (1980).

² Principais portos de exportação do grão da soja: Santos (São Paulo), Rio Grande (Rio Grande do Sul), Paranaguá (Paraná), Itaquí (São Luís – Maranhão) e Vila do Conde (Barcarena – Pará) conforme Secretaria dos Portos (2017).

equilíbrio geral computável PAEG, pois este é um modelo multirregional e setorial, no qual o Brasil é dividido em cinco regiões.

Assim esse trabalho seguindo Costa et al. (2007) e Tardelli (2013) inova no sentido de poder analisar os resultados, além das externalidades causadas em outros países (principalmente potências mundiais na produção de soja), como também no Brasil, mas por cinco regiões brasileiras, podendo investigar os diferentes impactos para cada região, além de estar usando como base o cenário mundial de 2011, uma versão mais recente destes dados.

A partir dessa introdução, apresenta-se as características da soja no mercado brasileiro e mundial. Na seção seguinte, os dados e os procedimentos metodológicos são expostos. Consecutivamente, os resultados são descritos e discutidos, para finalmente, apresentarmos as considerações finais.

2. SOJA NO BRASIL E NO MUNDO

A produção mundial de soja cresceu muito nas últimas décadas, a crescente demanda de países como a China, fez com que o grão de soja tornasse uma commodity de grande relevância internacional, gerando uma grande competitividade entre os países produtores. O Brasil segue como segundo produtor mundial desde a década de 70, seguindo o Estados Unidos, primeiro produtor mundial do grão da soja, conforme a tabela 1 apresenta. Segundo USDA (2016), nos EUA a região de produção chamada Heartland possui solos ricos em nutrientes, sendo a região maior produtora do grão de soja no país e na Argentina é a região dos Pampas, principalmente uma área mais perto dos portos denominada Heartland do norte.

Tabela 1: Produção do grão de soja por países maiores produtores mundiais.

País	Produção de Soja (1.0000 ton)					
	2011/12	2012/13	2013/14	2014/15	2015/16	2016/17**
Estados Unidos	84.291	82.791	91.389	106.878	106.934	103.419
Brasil	66.500	82.000	86.700	97.200	99.000	103.000
Argentina	40.100	49.300	53.400	61.400	56.500	57.000
China	14.485	13.050	11.950	12.150	11.800	12.200
Índia	11.940	12.186	9.477	8.711	7.380	11.700
Paraguai	4.043	8.202	8.190	8.100	8.800	9.000
Canadá	4.467	5.086	5.359	6.049	6.235	6.050

* Produção prevista.

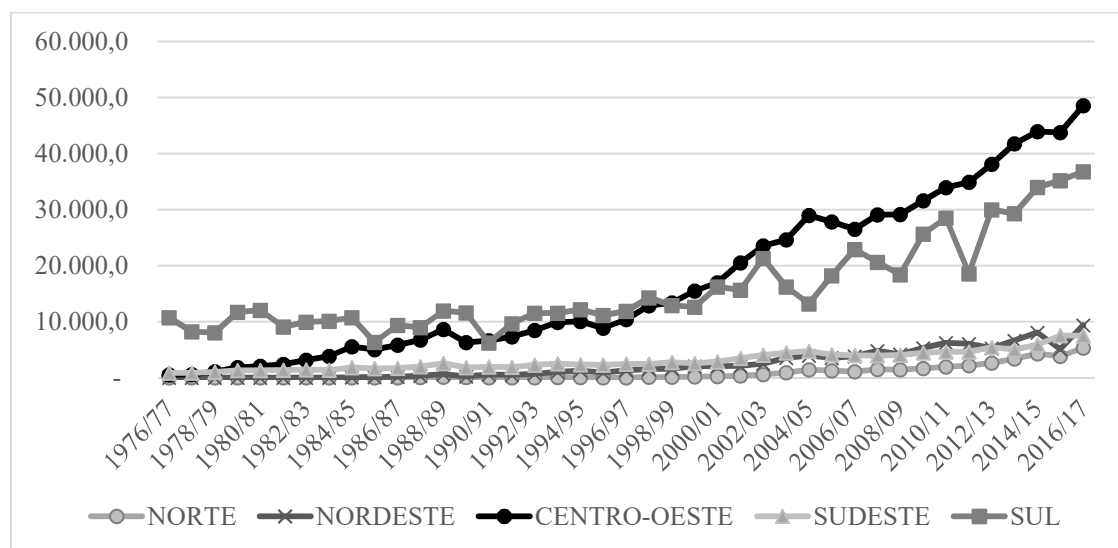
Fonte: USDA (2015)

O Brasil é o primeiro maior exportador do grão de soja no mundo, com uma exportação de 59,5 milhões de toneladas na safra de 2015/2016, seguido pelo Estados Unidos com 47,3 milhões de toneladas, e Argentina com 11,4 milhões de toneladas. Os maiores importadores mundiais do grão da soja são a China (2015/2016 - 83 milhões

ton.), União Europeia³ (2015/2016 – 13,2 milhões ton.), México (2015/2016 – 3.9 milhões ton.) e Japão (2015/2016 – 3.1 milhões ton.). E os países que mais importam grão de soja no Brasil são China, Espanha, Tailândia, Holanda e Taiwan. (USDA, 2015; FAOSTAT, 2017).

Atualmente a soja é a cultura com maior produção quando comparado com o total de produção de grãos no Brasil, correspondendo na safra de 2015/16 51,14% da produção total de grãos (CONAB, 2017). A produção de soja no Brasil se expandiu principalmente para a região Centro-Oeste conforme mostra o gráfico 1, sendo a região com maior produção no país atualmente e em segundo lugar a região sul, no qual também tem produção significativa na série histórica. Conforme a USDA (2016, p.6) a produção brasileira do grão da soja está se expandindo atualmente para a região denominada MATOPIBA, que são as iniciais dos estados – Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia, por causa de menores custos de terra, acesso ao transporte e infraestrutura portuária.

Gráfico 1: Produção de soja por regiões brasileiras (mil toneladas)



Safra 2016/17 é uma previsão da CONAB.

Fonte: Elaborado pelos autores, através dos dados da CONAB (2017)

A região Centro-Oeste é puxada pela produção do estado do Mato Grosso, conforme a EMBRAPA (1987), a produção começou no estado nos anos 50 com emigrantes que vieram da região sul, e que a partir dos anos 70 grandes investimentos empresariais fizeram com que a produção evoluísse rapidamente. E no Rio Grande do Sul, o primeiro registro foi em 1901 na cidade de Dom Pedrito. Em São Paulo em 1945 e em nível internacional o Brasil foi visto como produtor em 1949.

³ Os maiores importadores da União Europeia do grão de soja são: Alemanha, Espanha, Holanda e Itália.

Tabela 2: Produção do grão da soja em mil toneladas dos estados da região Centro-Oeste e Sul

CENTRO-OESTE			SUL		
	2015/16	2016/17 Previsão		2015/16	2016/17 Previsão
MT	26.030,7	29.952,9	PR	16.844,5	18.249,8
MS	7.241,4	8.170,6	SC	2.135,2	2.204,9
GO	10.249,5	10.234,2	RS	16.201,4	16.374,6
DF	231,00	231,00			

Fonte: CONAB (2017).

A tabela 2 apresenta Mato Grosso como maior produtor no Brasil, com uma previsão de quase 30 milhões de toneladas para a safra de 2016/17 e na Região Sul o estado do Paraná tem uma previsão de 18,2 milhões de toneladas do grão da soja.

Importante salientar que a região de MATOPIBA, (Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia), no qual, está sendo considerada como a nova fronteira agrícola do Brasil, vem realmente demonstrando um crescimento na produção da soja, conforme a CONAB (2017) esta região tem uma previsão de 12,1 milhões de toneladas do grão da soja para a safra de 2016/2017. Tornando novas rotas de transporte muito importantes para a comercialização deste produto no país.

2.1.1. Custo do transporte do grão da soja para exportação

Conforme Schnepf et al. (2001) muitos fatores afetam a competitividade internacional como a dotação de recursos, condições agroclimáticas, políticas macroeconômicas, políticas setoriais, infraestrutura e instituições de apoio, resumindo em poder vender um produto ao menor custo, assim precisa ter um menor custo de produção, transporte e comercialização. Um dos principais problemas para um maior crescimento da produção da soja em grãos no Brasil é importante diferença de competitividade, principalmente com o primeiro maior produtor mundial EUA, é o custo de transporte no Brasil, como é reportado na tabela 3.

Tabela 3: Custo do transporte até o porto para exportação em US\$ por tonelada

Origem	Porto de destino	Distancia (milhas)	Transp.	2011	2014	2015
Brasil						
Noroeste RS (Cruz Alta)	Rio Grande	288	C	37,54	24,56	26,37
Norte MT(Sorriso)	Santos	1190	C	123,31	103,90	86,04
Norte MT(Sorriso)	Paranaguá	1262	C	117,90	100,89	85,68
Sul GO(Rio Verde)	Santos	587	C	63,92	62,57	39,82
Norte Central PR(Londrina)	Paranaguá	268	C	39,54	30,98	24,07
Triangulo MG(Uberaba)	Santos	339	C	57,43	57,45	31,82
Extremo Oeste BA(São Desidério)	Ilhéus	544	C	57,85	54,80	40,68
Sudeste MT(Primavera do Leste)	Santos	901	C	95,82	79,00	58,82
Sudeste MT(Primavera do Leste)	Paranaguá	975	C	93,55	67,65	61,60
Sudeste MS(Maracaju)	Paranaguá	612	C	64,59	55,70	43,27
Sudeste MS(Maracaju)	Santos	652	C	71,73	66,79	46,36
Oeste PR(Assis Chateaubriand)	Santos	550	C	73,04	43,84	39,21
Central ocidental RS(Tupanciretã)	Rio Grande	273	C	31,40	69,48	45,67
Sudoeste PR(Chopinzinho)	Paranaguá	291	C	34,02	37,73	22,61
Norte MT (Sorriso)	Itaituba	672	C	-		41,70
Norte MT (Sorriso)	Porto Velho	632	C	-		40,30
Norte MT (Sorriso)	Santarém	876	C	-		58,12
Sul MA (Balsas)	São Luís	482	C	-		36,15
Sudoeste PI (Bom Jesus)	São Luís	606	C	-		43,04
Sudeste PA (Paragominas)	Barcarena	249	C	-		19,82
Leste TO (Campos Lindos)	São Luís	842	C	-		56,78
Estados Unidos						
Minneapolis, Minnesota	U.S. Golf		C	11,38	13,04	10,23
Minneapolis, Minnesota	U.S. Golf		T	10,86	42,08	42,09
Minneapolis, Minnesota	U.S. Golf		B	31,93	37,45	27,49
Minneapolis, Minnesota total				54,17	92,57	79,81
Davenport, Iowa			C	11,38	13,04	10,23
Davenport, Iowa			T	10,86	42,08	42,09
Davenport, Iowa			B	25,99	32,80	22,15
Davenport, Iowa total				48,23	87,92	74,47

Transporte: C: caminhão; T: Trilho; B: Barca.

Fonte: USDA(2015), USDA (2017).

A tabela 3, mostra que os custos de transportes no Brasil vêm diminuindo ao longo dos anos, e os custos americanos cresceram. Isso já demonstra a preocupação do Brasil em diminuir seus custos de transporte. Observa também o norte do Mato Grosso, buscando outros portos, com outras rotas com custos mais baixos. As regiões analisadas dos Estados Unidos são estados que mais produzem no país e também com distância de

aproximadamente 1000 milhas, parecida com a rota do norte do Mato Grosso para Santos ou Paranaguá e observa que os custos de transporte são menores nos Estados Unidos. Nos Estados Unidos o transporte pelos trilhos foi o que mais aumentou o custo do país.

Nesse sentido, esse trabalho visa analisar os efeitos de uma redução do custo no setor de transporte, e seus resultados na competitividade internacional, como também o impacto dentro do Brasil, nas diferentes regiões.

3. METODOLOGIA

Os modelos de equilíbrio geral computável (EGC) têm sido vastamente utilizados para avaliar os impactos de choques externos ou de políticas econômicas sobre a estrutura da economia ou a distribuição de bem-estar, tanto em países desenvolvidos como em desenvolvimento, determinando assim o grau de ajustamento estrutural aos choques, bem como a relevância das políticas implementadas.

A base teórica dos modelos de EGC está fundamentada no modelo *walrasiano* de economia competitiva, na qual existem dois tipos de agentes: produtores e consumidores. Os produtores comercializam bens a partir de uma tecnologia dada por uma função de produção com rendimentos constantes de escala, significando que, no equilíbrio o lucro das firmas é nulo. Para a produção é demandado distintos fatores de produção de forma a minimizar o custo de produção. Já os consumidores dotados de uma restrição orçamentária e de um conjunto de preferências demandam bens e serviços com a finalidade de maximizar a sua função utilidade. As funções preferências são contínuas e homogêneas de grau zero em relação aos preços, ou seja, somente os preços relativos podem ser determinados (MAS-COLELL; WHINSTON; GREEN, 1995).

3.1. O Modelo PAEG

O modelo PAEG é estático, multirregional e multissetorial desenvolvido em *GTAPinGAMS* (RUTHERFORD; PALTSEV, 2000; RUTHERFORD, 2005). O modelo PAEG utiliza-se da base de dados do GTAP (*Global Trade Analysis Project*) versão 9.0 para o ano de 2011 (HERTEL, 1997). O modelo é escrito em MPSGE (*Mathematical Programming System for General Equilibrium*) (RUTHERFORD, 1999) e resolvido através de um problema de complementariedade mista em GAMS (BROOKE et al., 2003). Adicionalmente, o PAEG considera o Brasil em cinco grandes regiões – Sul, Sudeste, Centro-Oeste, Norte e Nordeste – conectadas à base de dados do GTAP.

A base de dados contém fluxos bilaterais de comércio entre nações e regiões. O funcionamento do modelo PAEG, pode ser apresentado pelas identidades contábeis macroeconômicas, exibidas pela matriz de contabilidade social, as quais apresentam o equilíbrio do modelo, resultando em dois tipos de condição: oferta é igual a demanda e renda líquida igual à despesa líquida. O modelo opera em competição perfeita, com as pressuposições de retorno constante de escala e custo de produção igual ao valor de produção, condições estas aplicadas aos setores produtivos e atividades. (CARDOSO; TEIXEIRA, 2013).

3.2. Dados e agregação

A base de dados está consolidada em 140 países e 57 setores para o ano de 2011. A base de dados foi agregada em 9 regiões além das 5 grandes regiões brasileiras, são elas: Estados Unidos, União Europeia, China, Argentina, Japão, México, Espanha, Itália e Resto do Mundo. A agregação regional considera os países e regiões com maiores participações no mercado de soja em nível mundial. Os setores são agregados em 19 setores conforme o Quadro 1. O setor de soja e outras oleaginosas (osd) é utilizado para atender os objetivos da pesquisa assim como em Costa et al. (2007) e Tardelli (2013). O Quadro 1 apresenta a agregação regional e os setores do modelo.

Quadro 4. Agregação dos setores e regiões do modelo PAEG.

Setores		Regiões	
1. Arroz	(pdr)	1. Brasil – Região Norte	NOR
2. Milho e outros cereais	(gro)	2. Brasil – Região Nordeste	NDE
3. Soja e outras oleaginosas	(osd)	3. Brasil – Região Centro-Oeste	COE
4. Cana-de-açúcar, beterraba, indústria do açúcar	(c_b)	4. Brasil – Região Sudeste	SDE
5. Carnes e animais vivos	(oap)	5. Brasil – Região Sul	SUL
6. Leite e derivados	(rmk)	6. Estados Unidos	EUA
7. Outros produtos agropecuários	(agr)	7. Europa	UE
8. Produtos alimentares	(foo)	8. China	CHN
9. Indústria Têxtil	(tex)	9. Argentina	ARG
10. Vestuário e calçados	(wap)	10. Japão	JPN
11. Madeira e mobiliário	(lum)	11. México	MEC
12. Papel, celulose e indústria gráfica	(ppp)	12. Espanha	ESP
13. Químicos, indústria da borracha e plásticos	(crp)	13. Itália	ITA
14. Manufaturados	(man)	14. Resto do Mundo	ROW
15. Eletricidade, gás, distribuição água	(siu)		
16. Construção	(cns)		
17. Comércio	(trd)		
18. Transporte	(otp)		
19. Serviços e Administração Pública	(adm)		

Fonte: modelo PAEG.

3.3. Representação tecnológica

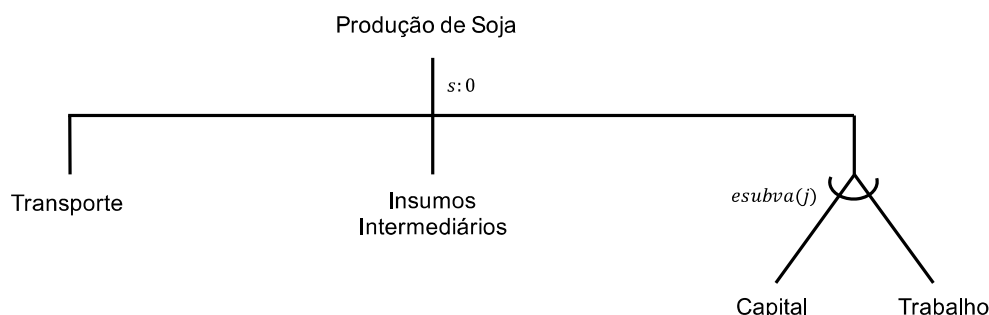
As identidades contábeis presentes na base de dados do modelo PAEG determinam as condições de equilíbrio do modelo – condição de lucro zero e equilíbrio de mercado e da renda – contudo essas condições e identidades não caracterizam o comportamento dos agentes no modelo.

Assumindo-se que os mercados são competitivos e que há retornos constante à escala, bem como que os agentes possuem comportamento maximizador, implica que a maximização do lucro é equivalente a minimização dos custos sujeito as restrições técnicas e tecnológicas.

A tecnologia de produção no modelo PAEG é representada por funções aninhadas de elasticidade de substituição constante (CES). As estruturas aninhadas dão maior flexibilidade na substituição dos insumos intermediários dado o grau de

desagregação setorial e o conhecimento das elasticidades de substituição das *commodities*.

Figura 1- Representação tecnológica do setor de produção de soja.



Fonte: elaborado pelos autores com base no modelo PAEG.

A Figura 1 mostra a representação tecnológica do setor de produção de soja. Os fatores primários, capital e trabalho, são combinados pela elasticidade de substituição *esubva* que é determinada para cada setor *j*, nesse caso para o setor de soja. Os demais insumos intermediários, nacional e importado, são combinados pela elasticidade de substituição *esubd* para cada *commodity i*. No nível mais alto da representação todos os insumos intermediários e o bem composto de capital e trabalho são combinados por uma função Leontief ($\sigma = 0$).

Alterações tecnológicas podem entrar no modelo PAEG através de dois modos: primeiro, uma mudança exógena na produtividade total dos fatores de produção; segundo, diferentes técnicas ou tecnologias na substituição dos insumos intermediários e fatores primários nas funções de produção setoriais que são induzidas por mudanças nos preços relativos.

Para atender os objetivos do trabalho mantém-se a representação tecnológica original do modelo PAEG. Altera-se a condição de lucro zero setorial na medida que os ganhos de infraestrutura de transporte permitem um menor consumo intermediário dessa *commodity* para atender a demanda final.

3.4. Solução e condições de equilíbrio

O modelo é formulado e resolvido como um problema de complementaridade mista (MATHIESEN, 1985; RUTHERFORD, 1995). Três desigualdades devem ser satisfeitas: as condições de lucro zero, equilíbrio de mercado e equilíbrio da renda. Assim, um conjunto de três variáveis não negativas está envolvido: os níveis de preço, quantidade e renda.

Condição de lucro zero

A condição de lucro zero exige que qualquer atividade com produção positiva deve obter lucro zero. O valor dos insumos deve ser igual ou maior do que o valor dos

produtos. O nível de atividade y sob retornos constantes à escala é a variável associada a esta condição. Se $y > 0$ então lucro é zero, ou lucro é negativo e $y = 0$. Para todos os setores da economia:

$$profit \geq 0, \quad y \geq 0, \quad output^T(-profit) = 0 \quad (1)$$

Equilíbrio de mercado

A condição de equilíbrio de mercado exige um equilíbrio entre oferta e demanda para qualquer bem com preço positivo. Para qualquer bem em excesso de oferta deve-se ter um preço igual a zero. O vetor de preço p incluem os preços dos bens finais, bens intermediários e fatores de produção, e é a variável associada. A seguinte condição deve ser satisfeita para todos os bens e fatores de produção:

$$supply - demand \geq 0, \quad p \geq 0, \quad p^T(supply - demand) = 0 \quad (2)$$

Equilíbrio da renda

A condição de equilíbrio renda exige que, para cada agente incluindo o governo o valor da renda deve ser igual ao valor da dotação de fatores e as receitas:

$$income = endowment + tax revenue \quad (3)$$

O fechamento do modelo considera que a oferta total de cada fator de produção não se altere, mas tais fatores são móveis entre setores, dentro de uma região. O fator terra é específico aos setores agropecuários, enquanto recursos naturais são específicos a alguns setores (de extração de recursos minerais e energia). Não há desemprego no modelo; portanto, os preços dos fatores são flexíveis. Pelo lado da demanda, investimentos e fluxos de capitais são mantidos fixos, bem como o saldo do balanço de pagamentos. Dessa forma, mudanças na taxa real de câmbio devem ocorrer para acomodar alterações nos fluxos de exportações e importações após os choques. O consumo do governo poderá alterar com mudanças nos preços dos bens, assim como a receita advinda dos impostos estará sujeita a mudanças no nível de atividade e no consumo.

3.5. Cenário

O cenário analisado nessa pesquisa tem como objetivo verificar os impactos de uma redução nos custos de transporte na competitividade da soja brasileira. Considera-se também os efeitos de transbordamento sobre os demais setores da economia e os ganhos de bem-estar entre as cinco grandes regiões brasileiras e as demais regiões do modelo.

O objetivo maior da elaboração de um cenário é elucidar como possíveis tendências futuras de investimentos, tanto no que diz respeito a avaliar os impactos de programas nas áreas de hidrovias quanto ao as rodovias. E como as mesmas podem

impactar no aumento de competitividade da economia brasileira para o setor soja. Promovendo assim uma adequada e eficiente alocação dos recursos.

O cenário analisado considera uma redução de 25% nos custos associados ao consumo intermediário do setor de transporte. A redução nos custos representa a melhora na infraestrutura dos modais de transporte existentes nas grandes regiões do país. A redução é aplicada a todos os setores da economia, uma vez que a melhor infraestrutura beneficia todas as atividades econômicas e não somente a produção de soja.

As simulações propostas se aproximam das análises realizadas por Costa et al. (2007) e Tardelli (2013), destacando que os mesmos usam o modelo GTAP para avaliar o efeito de melhorias no setor de escoação de soja.

4. RESULTADOS

Partindo de um estado de equilíbrio, em modelos de equilíbrio geral, os choques provocam um “desequilíbrio” por meio de uma variação exógena em determinada(s) variável(eis). Para o modelo atingir um novo equilíbrio, é preciso que ocorram mudanças em variáveis endógenas. Nesta perspectiva serão exploradas, em mais detalhes, algumas dessas variações.

Analisando o efeito de uma variação na variável exógena transporte, no qual, foi efetuado redução de 25% no custo do transporte interno brasileiro para todos os setores nas cinco regiões brasileiras. Averiguou que os resultados são melhores principalmente para a região sul e sudeste, pois como o choque da redução do custo do transporte foi dado para todas as regiões brasileira, essa política é mais vantajosa para as regiões sudeste e sul, devido a menor distância percorrida até o porto, assim é como se este custo fosse menor ainda para estas regiões. Desta maneira, os fatores de produção são alocados para estas regiões, no qual, produzem mais, conforme mostra a tabela 5.

Tabela 5: Produção de Soja nas regiões brasileiras, Estados Unidos e Argentina

Setores\Regiões	NOR	NDE	COE	SDE	SUL	USA	ARG
Soja	-5,237	-3,737	-0,105	3,178	8,731	-0,122	-0,2

Fonte: valores resultantes das simulações.

Como mostra a tabela 5, a produção de soja aumenta principalmente na região sul, em torno de 9% (no qual, é a segunda maior produtora de soja no Brasil), e na região sudeste, quase 3%. Já a produção diminui na região Norte (-5,24) Nordeste (-3,74) e um pouco no Centro-Oeste (-0,1%). A produção também caiu nos países que mais competem com o Brasil em nível internacional, Estados Unidos (-0,122%) e na Argentina (-0,2). Tardelli (2013) apresenta um aumento na produção brasileira de soja de 4,16%, mas na análise do autor, não consegue definir qual região está se beneficiando mais nesta política, pois como as regiões brasileiras são muito heterogêneas, talvez uma política que seja boa em nível de país, pode não ser tão boa para determinadas regiões, como evidência os resultados acima.

Uma política de redução de custo de transportes, também afeta a realocação dos fatores produtivos da economia, neste caso capital e trabalho. Dado a mobilidade dos fatores, os mesmos podem serem realocados entre as regiões buscando melhores

oportunidades e retornos. A tabela 6, demonstra a realocação dos fatores nas regiões brasileiras.

Tabela 6: Realocação do Fator no Brasil

		NOR	NDE	COE	SDE	SUL	Total
<i>Capital</i>	<i>Inicial</i>	48,47291	92,69515	61,26973	299,0365	128,9102	630,3845
	<i>Final</i>	44,15345	91,61522	60,02139	317,615	136,515	649,9201
	<i>Mudança</i>	-4,31946	-1,07993	-1,24834	18,57845	7,604807	19,53553
<i>Trabalho</i>	<i>Inicial</i>	21,48167	62,00168	41,95404	276,434	109,0191	510,8905
	<i>Final</i>	19,56642	61,36395	41,11208	294,003	115,1167	531,1622
	<i>Mudança</i>	-1,91525	-0,63773	-0,84196	17,56901	6,097627	20,27169

Fonte: valores resultantes das simulações.

Assim, em menção ao fator Capital, a tabela 6 apresenta uma perda do fator na região norte (-4,32), nordeste (-1,08) e centro-Oeste (-1,24). Entretanto a região sudeste é que mais recebe fator, uma diferença de 18,58 e a sul também recebe um valor de 7,60 e o país num todo tem um recebimento de 19,53 a mais de fator no Brasil. Assim, com mais capital as regiões sul e sudeste podem ampliar seus investimentos e produção.

Com referência ao fator de produção Trabalho, a região norte é a que tem maior perda (-1,91) seguido pelas regiões Centro-Oeste (-0,84) e Nordeste (-0,64) e a região sudeste é a que mais ganha fator Trabalho com 17,56 seguido da região sul com 6,10. Diante do cenário proposto, percebemos uma realocação no mercado de trabalho nas regiões, em função da redução do custo de transporte.

O próximo resultado a ser destacado é a exportação e importação da soja pelas regiões brasileiras e principais países exportadores e importadores desta *commodity*, dado a relevância da mesma no mercado internacional.

Tabela 7: Exportação e importação de Soja.

Regiões	Exportação	Importação
NOR	-3,996	-6,153
NDE	-5,471	1,681
COE	0,351	0,371
SDE	1,927	6,426
SUL	9,366	5,423
USA	-0,316	-0,002
EUR	-0,372	0,092
CHN	-0,259	0,134
ARG	-0,698	0,196
JPN	-	0,002
MEX	-0,081	0,008
ESP	-0,331	0,487
ITA	-0,333	0,361
ROW	-0,219	0,044

Fonte: valores resultantes das simulações.

Referente as exportações e importações, as regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul conseguem exportar mais soja com a redução do custo do transporte interno no país, ou

seja, 0,35%, 1,93% e 9,37% respectivamente. Proporcionando vantagens em termos de comércio mundial, advindos de ganhos de competitividade. Entretanto, as regiões Norte e Nordeste tem uma queda nas exportações. Outros grandes exportadores mundiais apresentam uma redução na exportação, devido à perda de competitividade com o menor custo do Brasil no mercado internacional como Estados Unidos (-0,32%) e Argentina (-0,69%). No caso dos países importadores como China, Japão, México, Espanha, Itália, restante da Europa e do resto do mundo aumentam suas importações de soja, principalmente a Itália com aumento de 0,36% da importação do grão da soja.

Outro resultado importante para a competitividade do Brasil com outros países e se há mudança nos preços das commodities. Desta maneira a tabela 8 traz essa informação.

Tabela 8: Variação percentual nos preços das commodities - real

<i>Setor\Regiões</i>	NOR	NDE	COE	SDE	SUL
<i>Soja</i>	-0,377	0,082	-1,481	-0,375	-2,017

Fonte: valores resultantes das simulações.

Percebe-se que com a redução do custo do transporte no Brasil, a variação percentual nos preços real das commodities de soja diminui para as regiões do Norte, Centro-Oeste, Sudeste e Sul em -0,38%, -1,48%, -0,375% e -2,017% respectivamente. Confirmando o ganho de competitividade para o país, podendo vender a mercadoria por um custo mais baixo.

Ademais, os impactos nas variáveis macroeconômicas selecionadas para as simulações são apresentados na tabela 9. As mesmas são o Produto Interno Bruto (PIB) e bem-estar econômico das regiões brasileiras.

Tabela 9: PIB e Bem-estar nas regiões brasileiras

<i>Variáveis/Regiões</i>	NOR	NDE	COE	SDE	SUL
<i>PIB</i>	-8,707	-0,543	-1,569	7,379	6,639
<i>Bem-Estar</i>	-9,171	-0,058	-1,028	7,619	7,879

Fonte: valores resultantes das simulações.

Os resultados indicam que uma redução no custo de transporte traz um maior ganho do PIB para as regiões Sudeste e Sul de 7,4% e 6,64% respectivamente. Contudo mostra uma queda do PIB muito grande para a região Norte de quase -9%. O PIB também fica menor para as regiões Centro-Oeste e Nordeste. Da mesma forma, o ganho de bem-estar é melhor para regiões do sul e sudeste e queda para as regiões do Norte, Nordeste e Centro-Oeste.

Desta maneira pode-se confirmar que uma política nacional pode ser boa quando averiguando o resultado nacional, mas pode gerar um efeito negativo para algumas regiões. Nesse caso, o problema ocorre em algumas regiões pois elas perdem fator de produção – capital e trabalho – para regiões que se beneficiam mais da redução do custo do transporte. Nesse sentido, é importante analisar os resultados a nível regional para saber qual melhor tomada de decisão. Talvez seja melhor que tal redução seja empregada

em determinada região, em que, tem maior necessidade desta política, como a região Centro-Oeste, por exemplo.

Destaca-se que, uma importante parte para averiguação dos resultados é analisar a sensibilidade dos parâmetros, devido as hipóteses que são afirmadas nos parâmetros quando o modelo de equilíbrio geral é utilizado. Desta maneira, esta análise trata de simulações alterando determinado parâmetro em um mesmo cenário. De com Burfisher (2011), serve como um teste de robustez dos resultados encontrados nas simulações.

Um dos parâmetros mais importantes para essa análise é a elasticidade de substituição entre domésticos e importados (*esubd* no PAEG). Assim, será realizado um teste alterando os valores desse parâmetro para o setor de transporte para o cenário proposto neste trabalho de uma redução de custo no setor de transporte, conforme mostrado na tabela 9 sobre os resultados de exportação total das regiões brasileiras e dos Estados Unidos e Argentina.

Tabela 10: Análise de sensibilidade nos parâmetros ESUBD em relação as exportações das regiões brasileiras, dos Estados Unidos e Argentina.

	NOR	NDE	COE	SDE	SUL	USA	ARG
<i>Esubd</i>	-3,996	-5,471	0,351	1,927	9,366	-0,316	-0,698
<i>esubd</i> * 1,5	-3,991	-5,482	0,355	1,922	9,378	-0,314	-0,696
<i>esubd</i> * 0,5	-4	-5,46	0,348	1,932	9,353	-0,318	-0,699

Fonte: valores resultantes das simulações.

Percebe-se na tabela 10, que os resultados não variaram muito quando a elasticidade de substituição é alterada, assim como também os sinais não se alteram entre as simulações. Esses resultados demonstram que o modelo está bem ajustado, mesmo sendo um modelo em que valores são atribuídos para alguns parâmetros. Comprovando a robustez dos resultados encontrados.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo busca contribuir com o debate relacionado à redução de custo de transporte no setor de soja, analisando como este choque afeta os ganhos de produtividade da *commodity* em questão. Bem como seus desdobramentos sobre nas cinco regiões da economia brasileira.

A demanda de soja vem em ritmo crescente no mundo e as competições internacionais se tornam mais acirradas. Desta maneira, países grandes produtores de soja como Brasil e Estados Unidos visam buscar maior eficiência nas suas produções, como também a redução dos custos de produção e comercialização, a fim de ter maior participação no mercado mundial.

Nesse sentido, o Brasil por ser um país com grande extensão territorial e atrasado em questões infra estruturais nos modais de transporte, principalmente pois, por muito tempo focou mais no modal rodoviário, o transporte no país se tornou um dos importantes custos da comercialização do grão da soja. Assim, houve o interesse em analisar o efeito de uma redução dos custos do transporte sobre o setor da soja. E de forma diferente de

alguns outros trabalhos, foi analisado a propagação deste efeito nas cinco maiores regiões brasileiras.

Assim, averiguando um cenário parecido com de outros autores como Tardelli (2013) e Costa et al. (2007), foi realizado um choque de redução do custo do setor de transporte em 25% para todas as regiões brasileiras, a fim de observar os efeitos sobre a produção de soja, e sobre algumas outras variáveis como bem-estar. Além disso, poder comparar com os resultados desses autores.

Os resultados mostraram que a produção de soja aumenta nas regiões Sul e Sudeste e diminui nas outras regiões. Destaca-se também, que houve uma realocação dos fatores, nesse caso capital e trabalho, que se deslocaram principalmente para as regiões sul e sudeste.

A exportação de soja aumentou para as regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste, ou seja, mesmo com a queda na produção, provavelmente por causa da realocação dos fatores, a região Centro-Oeste é beneficiada com maior exportação do grão da soja. Já países que são competidores com o Brasil no mercado internacional neste setor como Estados Unidos e Argentina apresentaram queda nas suas exportações de soja, isto é, o Brasil estaria com uma participação maior no mercado internacional. Salvo os Estados Unidos, todos os outros países averiguados na análise, assim também como o resto do mundo aumentam a importação do grão de soja.

Com relação ao PIB e ao bem-estar, as regiões Sul e Sudeste obtiveram melhores resultados, enquanto as outras regiões obtiveram uma queda nessas variáveis. Por último, foi realizado o teste de sensibilidade, devido as hipóteses afirmadas no modelo, o que evidência a robustez dos resultados encontrados.

O estudo demonstrou, que os resultados melhoram em nível nacional como observado nos trabalhos de Costa et al. (2007) e Tardelli (2013), dado que a produção cresce muito nas regiões Sul e Sudeste, como as exportações nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste. Mas a principal contribuição deste trabalho é observar que os resultados mudam conforme a região Brasileira averiguada, ou seja, algumas regiões ganham e outras perdem, sendo fundamental para os tomadores de decisões políticas poderem analisar se talvez não fosse mais importante investir de diferentes formas em diferentes regiões. Nesse sentido, como sugestão para trabalhos futuros seria analisar diferentes cenários para estas regiões, assim como também alterar as percentagens de redução de custo, visto que no atual momento, uma redução muito alta neste custo seria algo difícil para o governo realizar, fazendo simulações de médio e longo prazo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AFONSO, H. C. A. da G. *Análise dos custos de transporte da soja brasileira*. Tese de Mestrado (Engenharia de Transportes) – Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro. 138p. 2006.

ALMEIDA, E. S. Um Modelo de Equilíbrio Geral Aplicado Espacial para Planejamento e Análise de Políticas de Transporte. Tese (doutorado). Núcleo de Economia Regional e Urbana da Universidade de São Paulo. 2003.

ANCIÃES, A. W. da F. (coord.) et al. *Avaliação Tecnológica do Alcool Etílico*. Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). Coordenação de Avaliação de Tecnologias. 2º. Edição. Brasília, 514p. 1980.

BROOKE, A., et al. GAMS: A user's a guide. GAMS Development Corporation, 1998.

BRÖCKER, J. Operational spatial computable general equilibrium modeling. The Annals of Regional Science, Vol. 32, p.367-387, 1998.

BRÖCKER, J.; MERCENIER, J. General equilibrium models for transportation economics. A handbook of transport economics, p. 21-45, 2011.

BURFISHER, M. E. Introduction to Computable General Equilibrium Models. 1 edition ed. New York: Cambridge University Press, 2011.

CAIXETA FILHO, J. V. (Org.) et al. *Competitividade no agribusiness: a questão do transporte em um contexto logístico*. Piracicaba, FEALQ. (Relatório técnico referente ao convênio FEALQ - Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz / FIA – Fundação Instituto de Administração, apoiado pelo IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. 1998.

CAMPOS-NETO, C. A. S. Investimento na infraestrutura de transportes: Avaliação do período 2002-2013 e perspectivas para 2014-2016. IPEA – Texto para discussão 2014. 2014.

CAMPOS-NETO, C. A. S. Planos e programas dos setores de transporte e energia elétrica no Brasil pós-2003. IPEA – Texto para discussão 2227. 2016.

CARDOSO, D. F.; TEIXEIRA, E, C. A contribuição da política agrícola para o desenvolvimento do agronegócio nas macrorregiões brasileiras. Revista de Economia e Agronegócio, Vol. 11, nº 1. 2013.

CNT. Confederação Nacional dos Transportes. Boletim Estatístico – outubro, 2016. Disponível em: [http.<www.cnt.org.br>](http://www.cnt.org.br). Acesso em: 04 Jan de 2017.

CNT. Confederação Nacional dos Transportes. Pesquisa CNT de Rodovias 2016 – Relatório gerencial. 20ª edição. 2016.

COELI, C. C. de M. *Análise da demanda por transporte ferroviário: o caso do transporte de grãos e farelo de soja na Ferronorte*. Tese de Mestrado (Administração) – Instituto COPPEAD de Administração, Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Rio de Janeiro, 136f. 2004.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. Séries Históricas. Disponível em:< http://www.conab.gov.br/conteudos.php/conteudos.php?a=1252&t=&Pagina_objcmsconteudos=3#A_objcmsconteudos> Acesso em: 13/03/2017.

CORREA, V. H. C.; RAMOS, P. A Precariedade do Transporte Rodoviário Brasileiro para o Escoamento da Produção de Soja do Centro-Oeste: situação e perspectivas. *Revista de Economia e Sociologia Rural – RESR*, vol. 48, nº 02, p. 447-472, 2010.

COSTA, R. F.; ROSSON, C. P.; COSTA, E. Decreasing Brasil's Transportation Costs through Improvement in Infrastructure. A General Equilibrium Analysis on the Soybean Complex World Market. *Journal of Food Distribution Research*. Minnesota, v. 38, p. 28-35, 2007.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. A soja no Brasil. História e Estatística. Ministério da Agricultura. Londrina – Paraná. 1987.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Soja em números. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1/dados-economicos>> Acesso em: 03/03/2017.

FAOSTAT – Food and Agriculture Organization of the United Nations. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat>> Acesso em: 03/03/2017.

GURGEL, A. C.; PEREIRA, M. W. G.; TEIXEIRA, E. C. A estrutura do PAEG. PAEG Technical Paper, Versão dezembro, 2014.

HADDAD, E. A., HEWINGS, G. J. D., PEROBELLI, F. S. e DOS SANTOS, R. A. C.. Regional Effects of Port Infrastructure: A Spatial CGE Application to Brazil. *International Regional Science Review*, v. 33, p. 239-263, 2010.

HERTEL, T. W. (ED.). *Global Trade Analysis: Modeling and Applications*. Cambridge: Cambridge University Press, 1997.

KILKENNY, M. Transport costs and rural development. *Journal of Regional Science*, Vol. 38, nº 2, p. 293-312. 1998.

KIM, E.; HEWINGS, G.; HONG, C. An Application of an Integrated Transport Network–Multiregional CGE model: a Framework for the Economic Analysis of Highway Projects. *Economic Systems Research*, 16 (3), 235-258. 2004.

MAS-COLELL, A.; WHINSTON, M. D.; GREEN, J. R. *Microeconomic theory*. New York: Oxford University Press, 1995.

ROBSON, E.; DIXIT, V. A Review of Computable General Equilibrium Modelling for Transport Appraisal. Conference of Australian Institutes Of Transport Research. 2015,

RUTHERFORD, T. F. Applied general equilibrium modeling with MPSGE as a GAMS subsystem: an overview of the modeling framework and syntax. *Computational Economics*, v. v. 14, n. n. 1, p. 1–46, 1999.

RUTHERFORD, T. F., PALTSEV, S. V. *GTAPinGAMS and GTAP-EG*: Global datasets for economic research and illustrative models. Working Paper, Department of Economics, University of Colorado, 64 p., 2000. (<http://nash.colorado.edu/gtap/gtapgams.html>).

RUTHERFORD, T. F. *GTAP6inGAMS*: The dataset and static model. 42 p., 2005, mimeo. (<http://www.mpsge.org/gtap6/gtap6gams.pdf>).

SCHNEPF, R. D.; DOHLMAN, E. N.; BOLLING, C. Agriculture in Brazil and Argentina, Developments and Prospects for Major Field Crops. International Agriculture and Trade Outlook No. (WRS-013). 2001.

SECRETARIA DOS PORTOS. Portos do Brasil movimentam 98,6% das exportações em 2015. Disponível em: < <http://www.portosdobrasil.gov.br/home-1/noticias/portos-do-brasil-movimentam-98-6-das-exportacoes-em-2015> > Acesso em: 03/03/2017.

TARDELLI, B. L. S. O escoamento de soja para exportação: Uma análise de Integração espacial de mercados e dos impactos da redução dos custos de transporte. Dissertação. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2013.

USDA – United States Department of Agriculture. Soyaben Transportation Guide: Brazil 2015. 2015.

USDA – United States Department of Agriculture. Soybean Transportation Guide: Brazil Datasets. Disponível em: < <https://www.ams.usda.gov/services/transportation-analysis/soybean-datasets> > Acesso em: 13/03/2017.