

REDUÇÃO DE CUSTOS DE TRANSPORTES SOBRE A PRODUÇÃO DE SOJA: UMA APLICAÇÃO DE EQUILÍBRIO GERAL COMPUTÁVEL PARA AS GRANDES REGIÕES BRASILEIRAS¹

Raquel Pereira Pontes²

Márcio Nora Babosa³

Cicero Zanetti de Lima⁴

Ian Michael Trotter⁵

Gabrielito Rauter Menezes⁶

O propósito deste artigo foi avaliar os impactos da redução do custo de transporte para o setor de soja nas regiões brasileiras. Para atingir o objetivo proposto, foram simulados uma melhoria no sistema de transportes nas regiões brasileiras sobre o setor de soja e os impactos nos principais blocos comerciais, utilizando-se o modelo Projeto de Análise de Equilíbrio Geral da Economia Brasileira (PAEG). Os resultados mostraram que há diferentes efeitos no setor do grão da soja e em indicadores econômicos para cada Grande Região brasileira; as regiões Sul e Centro-Oeste prevaleceram nos ganhos de produção e exportação do grão da soja. Os resultados, no geral, foram coerentes com a literatura, mostrando que uma redução no custo de transporte levaria a melhores resultados para o Brasil; no entanto, os estudos averiguados não consideraram a desigualdade entre as regiões brasileiras, sendo esta inovação um importante diferencial deste trabalho.

Palavras-chave: soja; custo de transporte; equilíbrio geral computável.

TRANSPORTATION COST REDUCTION ON SOYBEAN PRODUCTION: A COMPUTABLE GENERAL EQUILIBRIUM APPLICATION FOR THE BRAZILIAN REGIONS

The purpose of this paper was to evaluate the impacts of transportation cost reduction for soybean sector in Brazilian regions. To achieve the proposed objective, an improvement in the transportation system in the Brazilian regions on the soy sector and the impacts on the main trading blocks was simulated, using the General Equilibrium Analysis Project of the Brazilian Economy (PAEG). The results showed that there are different effects on the soybean sector and on economic indicators for each large Brazilian region; the South and Midwest regions prevailed in soybean grain production and export gains. The results, in general, were consistent with the literature, showing that a reduction in transportation costs would lead to better results for Brazil, however the studies found did not consider inequality between Brazilian regions, being an important differential of this work.

Keywords: soy; transport cost; computable general equilibrium.

1. DOI: <http://dx.doi.org/10.38116/ppp62art5>

2. Professora na Universidade do Vale do Rio dos Sinos (Unisinos). *E-mail:* <raquel_sjn@hotmail.com>. Lattes: <<http://lattes.cnpq.br/2856412633961408>>. Orcid: <<https://orcid.org/0000-0002-1398-725X>>.

3. Professor temporário na Universidade Federal do Rio Grande (Furg). *E-mail:* <marcio_nb@hotmail.com>. Lattes: <<http://lattes.cnpq.br/4964588205208638>>. Orcid: <<https://orcid.org/0000-0003-0621-0706>>.

4. Doutor em economia aplicada pela Universidade Federal de Viçosa (UFV). *E-mail:* <cicero.lima@fgv.br>. Lattes: <<http://lattes.cnpq.br/1600299048540789>>. Orcid: <<https://orcid.org/0000-0002-9700-5435>>.

5. Professor na UFRV. *E-mail:* <ian.trotter@ufv.br>. Lattes: <<http://lattes.cnpq.br/2975809553524266>>. Orcid: <<https://orcid.org/0000-0001-7508-4462>>.

6. Professor adjunto na Universidade Federal de Pelotas (UFPel). *E-mail:* <gabrielitorm@gmail.com>. Lattes: <<http://lattes.cnpq.br/7693830866855994>>. Orcid: <<https://orcid.org/0000-0001-7649-5132>>.

REDUCCIÓN DE LOS COSTOS DE TRANSPORTE EN LA PRODUCCIÓN DE SOJA: UNA APLICACIÓN DE BALANCE GENERAL COMPUTABLE PARA GRANDES REGIONES BRASILEÑAS

El propósito de este artículo fue evaluar los impactos de la reducción de los costos de transporte para el sector de la soja en las regiones brasileñas. Para lograr el objetivo propuesto, se simuló una mejora en el sistema de transporte en las regiones brasileñas en el sector de la soja y los impactos en los principales bloques comerciales, utilizando el modelo Proyecto para el Análisis del Balance General de la Economía Brasileña (PAEG). Los resultados mostraron que existen diferentes efectos en el sector de la soja y en los indicadores económicos de cada región brasileña importante; Las regiones del sur y medio oeste prevalecieron en la producción y las ganancias de exportación de la soja. Los resultados, en general, fueron consistentes con la literatura, mostrando que una reducción en el costo de transporte conduciría a mejores resultados para Brasil, sin embargo, los estudios investigados no consideraron la desigualdad entre las regiones brasileñas, siendo un diferencial importante de este trabajo.

Palabras clave: soja; costo de transporte; equilibrio general computable.

JEL: 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, por via de uma hipótese de melhoria produtiva em seus modais de transporte. Para isso, foi simulada uma alteração na condição de lucro zero da produção observada de cada setor da economia, com a utilização do modelo Projeto de Análise de Equilíbrio Geral da Economia Brasileira (PAEG), fazendo-se com que os setores necessitassem menos do insumo *transporte*.

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

Nesse sentido, encontram-se, na literatura, muitos estudos que empregaram a metodologia de equilíbrio geral computável (EGC) para averiguar as implicações de uma estrutura mais favorável no setor do transporte. Por exemplo, Bröcker (1998) avaliou o impacto da redução do custo de transporte, desenvolvendo um modelo de equilíbrio geral espacial (*spatial computable general equilibrium* – SCGE) para as regiões da Europa, com custos tipo *iceberg*. Kilkenny (1998) fez uma análise comparativa entre a redução do custo de transporte e o desenvolvimento rural, por meio

de um modelo de EGC, encontrando uma relação negativa, ou seja, a redução no custo de transporte favoreceria o desenvolvimento rural apenas se este custo tivesse sido alto antes. Kim, Hewings e Hong (2004) fizeram uma investigação, utilizando o método de equilíbrio geral computável multirregional, de uma rede de transporte integrada, sobre a proposta de rodovias em toda a Coreia, e averiguaram os efeitos do transporte, tendo como hipótese que melhores ligações entre as regiões iriam gerar maior produtividade para elas. Outros estudos internacionais destacam-se nessa área, como os seguintes: Conrad e Heng (2002), Bröcker, Korzhenevych e Schürmann (2010), Bröcke e Mercenier (2011), Chen *et al.* (2016), Kim, Hewings e Amir (2017), Shahraki e Bachmann (2018) e Chen (2019).

Em nível nacional, Almeida (2003) também empregou um modelo de equilíbrio geral aplicado espacial para análise da política de transportes em Minas Gerais, observando que melhores condições no setor de transporte geram um maior bem-estar e melhor desempenho econômico. Por intermédio 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, encontrando como resultados ganhos de fluxo de comércio para regiões mais dinâmicas e perdas para áreas do Nordeste. Domingues, Magalhães e Faria (2009) observou, usando um modelo de EGC, os efeitos de dois projetos vinculados ao Programa de Aceleração do Crescimento (PAC), verificando-se aumento do nível de emprego e da atividade econômica. Haddad *et al.* (2010) analisaram os custos portuários e seus efeitos regionais, utilizando um modelo de equilíbrio geral computável espacial, com uma integração da rede de transportes, simulando cenários de eficiência portuária dentro do Brasil. Os autores observaram que os custos portuários acabam se tornando uma barreira comercial adicional. Destacam-se, nesse contexto, outros estudos sobre avaliação de política de transportes no Brasil, a exemplo dos trabalhos de Almeida (2004), Haddad (2006), Haddad e Hewings (2007), Haddad *et al.* (2007), Almeida e Guilhoto (2007), Almeida, Haddad e Hewings (2010), Torres (2013), Gonçalves (2018), e Asai, Piacenti e Gurgel (2020).

Na literatura referente a transportes, grãos e método de EGC, há alguns trabalhos como o de Costa, Rosson e Costa (2007), no qual foram investigados os efeitos de uma redução no custo de transporte no complexo internacional da soja, mediante uma redução na taxa de exportação da soja no Brasil, fazendo-se uso do modelo *global trade analysis* (GTAP), na versão 6, com base no cenário econômico mundial de 2001. Por seu turno, Tardelli (2013), em seus estudos, utiliza um cenário próximo ao proposto por Costa, Rosson e Costa (2007), mas analisando a redução do custo de transporte brasileiro, com uma mudança positiva de 25% na tecnologia do transporte marítimo, pois este choque afetaria vários setores, permitindo que houvesse substituição entre os produtos. Tardelli usou o modelo GTAP, na versão 8, com cenário da economia mundial de 2007.

A infraestrutura de transportes é de extrema importância para o escoamento da produção de soja no Brasil, constituindo-se em base para a melhoria da competitividade brasileira no âmbito internacional. Alguns estudiosos – entre os quais se destacam Anciães *et al.* (1980), Caixeta Filho *et al.* (1998), Correa e Ramos (2010), Coeli (2004) e 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 energética.⁷ Contudo, conforme os dados sobre a movimentação anual de transporte de cargas de maio de 2018, da Confederação Nacional do Transporte (CNT), o setor aquaviário e o ferroviário participavam com apenas 13,6% e 20,7% dos modais, respectivamente, enquanto o rodoviário foi o setor mais utilizado, representando 61,1% (CNT, 2018).

A partir do ano de 2007, o setor de transporte brasileiro experimenta a retomada dos investimentos e planejamentos para melhoria e ampliação de sua infraestrutura. O marco foi o lançamento do Plano Nacional de Logística e Transportes (PNLT), no ano referido, com uma visão de planejamento de longo prazo. Também em 2007 foi estabelecido o PAC, com estímulo ao investimento privado e aumento do investimento público. Em 2012, é lançado o Plano de Investimentos em Logística (PIL), visando ampliar os investimentos nos modais de transporte com um planejamento integrado (Fabiano, 2013).

Com essas políticas, observou-se, no período de 2003 a 2010, um crescimento significativo em investimentos na infraestrutura de transportes, com uma média anual de R\$ 6,49 bilhões, de 2003 a 2007, e de R\$ 13,76 bilhões, de 2008 a 2010. De 2011 a 2013, esse crescimento manteve-se estabilizado, com uma média anual de R\$ 14,82 bilhões. O período de 2003 a 2013 contou com um investimento total de R\$ 118,2 bilhões no setor (Campos-Neto, 2014). O planejamento de médio prazo do governo brasileiro, de 2004 a 2007, apresentado no Plano Plurianual (PPA) desse período, também foi relevante para o setor de transporte; empregou-se o conceito de “corredores de integração”, havendo 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. Por sua vez, para o PPA 2016-2019, a previsão de investimento foi de R\$ 117,40 bilhões, constatando o aumento do investimento, ao longo desses anos, no setor de transporte (Campos-Neto, 2016). De acordo com a CNT (2021), foram investidos R\$ 129,8 bilhões,

7. Eficiência energética expressa em megajoules por tonelada-quilômetro, de acordo com análise de Anciães *et al.* (1980).

de 2016 a 2019, no setor de transportes brasileiro, sendo 47% em rodovias, 21% no segmento aquaviário, 18% em ferrovias e 12% em aeroportos.

No tocante à soja, esta foi introduzida no Brasil em 1882, no estado da Bahia, e a produção em escala comercial iniciou-se no estado do Rio Grande do Sul, a partir de 1941. Na década de 1970, houve uma expressiva expansão da produção e da exportação de soja, devido às altas cotações no mercado internacional, tornando-se o país o segundo maior produtor de soja no mundo (Bonato e Bonato, 1987).⁸ Na safra de 2017/2018, a produção brasileira chegou a, aproximadamente, 115 milhões de toneladas (USDA, 2018). No ano de 2013, o Brasil se tornou o maior exportador de soja no mercado internacional, com uma expectativa de manter a liderança até 2028. Apesar de os Estados Unidos terem sido os maiores produtores de soja no mundo durante muito tempo, em razão da grande demanda internacional da soja, sua competitividade nas exportações, com relação à América do Sul, diminui (USDA, 2018).⁹

A infraestrutura do transporte no Brasil tem grande importância, pois o país possui uma vasta área territorial, com grandes distâncias entre o produtor rural e os portos brasileiros. Com uma extensão superior a 8,5 milhões de quilômetros quadrados, o país conta, atualmente, com uma malha rodoviária de 1.735.607 km de extensão total, com 35 portos organizados¹⁰ e 156 terminais de uso privado (CNT, 2018). Devido a estas dimensões, este estudo visa analisar o efeito do impacto no custo do transporte brasileiro para cada uma das cinco Grandes Regiões brasileiras, dado que o custo para transportar a soja até o porto é desigual nas distintas regiões. Para isso, será utilizado o modelo de equilíbrio geral computável PAEG, em razão de este modelo ser multirregional, sendo o Brasil dividido em cinco regiões.

Assim, este trabalho é inovador, no sentido de buscar analisar o efeito do choque da redução do custo de transporte para diferentes localidades brasileiras, ou seja, além de observar as externalidades causadas em outros países (principalmente potências mundiais na produção de soja), também procura averiguar o efeito do mesmo choque nas cinco regiões brasileiras. Isso em razão da hipótese de que algumas regiões podem ser mais beneficiadas do que outras com uma política de nível nacional. Além disso, o estudo tem como base o cenário mundial de 2011, uma versão mais recente desses dados.

A partir desta introdução, serão explicitadas as características da soja nos mercados brasileiro e mundial. Na seção seguinte, os dados e os procedimentos

8. Disponível em: <<https://bit.ly/3Tlj7ie>> Acesso em: 11 set. 2018.

9. Disponível em: <<https://bit.ly/3Tlj7ie>> Acesso em: 11 set. 2018.

10. Principais portos de exportação do grão da soja, em ordem decrescente do total de volume exportado em 2019: Santos (São Paulo), Rio Grande (Rio Grande do Sul), Paranaguá (Paraná), São Luís (Maranhão) e São Francisco do Sul (Santa Catarina). Esses terminais portuários contabilizam 82% do total exportado de soja do Brasil (USDA, 2020).

metodológicos serão expostos. Consecutivamente, os resultados serão descritos e discutidos. Por fim, serão apresentadas as considerações finais.

2 SOJA NO BRASIL E NO MUNDO

2.1 Produção de soja

A produção mundial de soja aumentou significativamente nas últimas décadas. A crescente demanda de alguns países, entre eles a China, fez com que o grão de soja se tornasse uma *commodity* de enorme relevância internacional, o que gerou grande competitividade entre os países produtores. O Brasil é atualmente o maior produtor mundial do grão da soja, seguindo-se os Estados Unidos (que fora o primeiro produtor mundial durante longo período), conforme a tabela 1. Saliente-se que, por muito tempo (desde a década de 1970 até 2018/2019), o Brasil ocupou a segunda posição. Argentina, China, Índia, Paraguai e Canadá estão entre os maiores produtores de soja no mundo, atrás do Brasil e dos Estados Unidos.

Nos Estados Unidos, a região do Heartland é a maior produtora. Esta localidade possui solos ricos em nutrientes, favorecendo a produção do grão. Por seu turno, na Argentina, terceira maior produtora de soja em grão, há uma grande produção na região dos Pampas, principalmente em uma área mais próxima dos portos, denominada Heartland do Norte (USDA, 2016).

O Brasil é o maior exportador do grão de soja no mundo, desde 2013, com uma exportação de 85 milhões de toneladas na safra de 2020/2021, seguido por Estados Unidos, com 60,691 milhões de toneladas; Argentina, com 7 milhões de toneladas; Paraguai, com 6,3 milhões de toneladas; e Canadá, com 4,2 milhões de toneladas. Os maiores importadores mundiais são China (2020/2021 – 100 milhões de toneladas); União Europeia¹¹ (2020/2021 – 15,4 milhões de toneladas); México (2020/2021 – 6,2 milhões de toneladas) e Japão (2020/2021 – 6,2 milhões de toneladas) (USDA, 2021a). Os países que mais importaram grão de soja do Brasil, de 2017 a 2019, foram China, Espanha, Tailândia, Holanda e Irã (USDA, 2020).

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

TABELA 1
Produção do grão de soja por países maiores produtores mundiais
 (Em 1 mil toneladas)

País	Produção de soja, por safras									
	2011/2012	2012/2013	2013/2014	2014/2015	2015/2016	2016/2017	2017/2018	2018/2019	2019/2020	2020/2021 ¹
Estados Unidos	84.291	82.791	91.389	106.878	106.934	116.920	119.518	120.520	96.670	112.550
Brasil	66.500	82.000	86.700	97.200	99.000	114.600	119.500	119.700	126.000	133.000
Argentina	40.100	49.300	53.400	61.400	56.500	55.000	37.800	55.300	48.800	48.000
China	14.485	13.050	11.950	12.150	11.800	12.900	14.200	15.970	18.100	19.600
Índia	11.940	12.186	9.477	8.711	7.380	10.990	8.350	10.930	9.300	10.500
Paraguai	4.043	8.202	8.190	8.100	8.800	10.340	10.000	8.510	9.900	10.250
Canadá	4.467	5.086	5.359	6.049	6.235	6.600	7.720	7.420	6.150	6.350

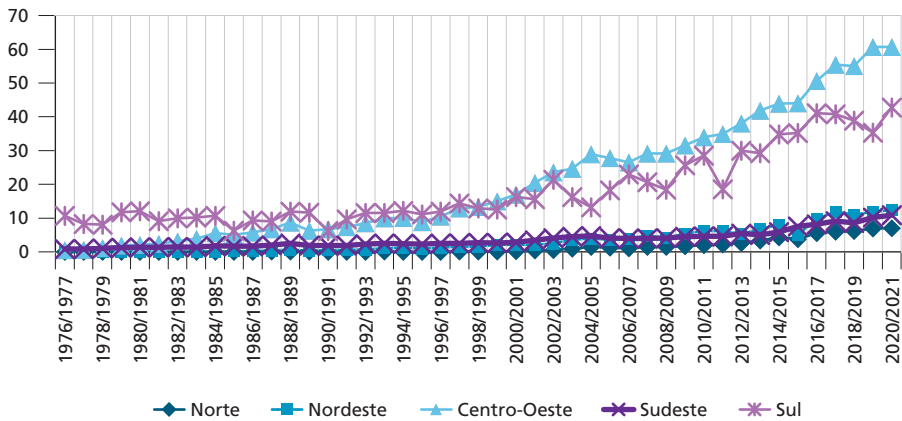
Fonte: USDA (2021b).

Nota: ¹ Produção prevista.

Atualmente, no Brasil, a soja é a cultura com maior produção, correspondente a 52% do total da produção de grãos do país na safra 2020/2021¹² (Conab, 2021a). A produção se expandiu, principalmente, para a região Centro-Oeste, conforme mostra o gráfico 1, sendo esta a região que mais produz no país atualmente; em segundo lugar vem a região Sul, a qual também tem produção significativa na série histórica. Conforme aponta a USDA (2016), a produção brasileira do grão da soja está se expandindo atualmente também para a região denominada Matopiba (iniciais dos estados do Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia), por causa de menores custos de terra, acesso ao transporte e infraestrutura portuária.

12. Estimativa de janeiro de 2021.

GRÁFICO 1
Produção de soja por regiões brasileiras (1976-2021)
 (Em 1 mil toneladas)



Fonte: Conab (2021b).

Elaboração dos autores.

Obs.: A safra 2020/2021 é uma estimativa da Companhia Nacional de Abastecimento (Conab).

Na região Centro-Oeste, a produção do estado de Mato Grosso se destaca. De acordo com Bonato e Bonato (1987), a produção neste estado começou nos anos 1950, com emigrantes que vieram da região Sul. A partir dos anos 1970, grandes investimentos empresariais foram realizados na região, os quais contribuíram para que a produção evoluísse rapidamente. Ainda segundo os autores, no Rio Grande do Sul e em São Paulo, os primeiros registros de produção de soja datam de 1901, nas cidades de Dom Pedrito e Campos Novos, respectivamente. As primeiras estatísticas oficiais são de 1941 (do Rio Grande do Sul), e de 1945 (de São Paulo). Em nível internacional, o Brasil foi visto como produtor a partir de 1949. O estado de Mato Grosso é o maior produtor de soja da região Centro-Oeste, com uma previsão de, aproximadamente, 35 milhões de toneladas para a safra 2020/2021; na região Sul, o estado do Paraná se destaca, com uma estimativa de 20,5 milhões de toneladas do grão da soja para a safra 2020/2021 (tabela 2).

TABELA 2
Produção do grão da soja dos estados das regiões Centro-Oeste e Sul
 (Em 1 mil toneladas)

Centro-Oeste	2015/2016	2017/2018	2020/2021 ¹	Sul	2015/2016	2017/2018	2020/2021 ¹
Mato Grosso	26.030,7	32.306,1	35.425,4	Paraná	16.844,5	19.170,5	20.496,3
Mato Grosso do Sul	7.241,4	9.600,5	11.494,2	Santa Catarina	2.135,2	2.305,9	2.383,9
Goiás	10.249,5	11.785,7	13.431,4	Rio Grande do Sul	16.201,4	17.150,3	19.861,1
Distrito Federal	231,0	253,1	292,0				
Total	43.752,6	53.945,4	60.643,0	Total	35.181,1	38.626,7	42.741,3

Fonte: Conab (2021b).

Elaboração dos autores.

Nota: A safra 2020-2021 é uma estimativa da Conab.

É importante salientar que a região do Matopiba, considerada a nova fronteira agrícola do Brasil, vem realmente demonstrando um crescimento na produção da soja. De acordo com dados da Conab, esta região tem uma previsão de 16 milhões de toneladas do grão da soja para a safra de 2020/2021, tornando novas rotas de transporte muito importantes para a comercialização deste produto no país (Conab, 2021b).

2.2 Custo do transporte do grão da soja para exportação

Segundo Schnepf, Dohlman e Bolling (2001), muitos fatores afetam a competitividade internacional, como a dotação de recursos, as condições agroclimáticas, as políticas macroeconômicas, as políticas setoriais, a infraestrutura e as instituições de apoio. Assim, para o ganho de competitividade, é necessário que o produtor consiga ter um menor custo de produção, de transporte e de comercialização. Um dos principais problemas para um maior crescimento da produção da soja em grãos no Brasil e uma importante diferença de competitividade, principalmente em relação ao seu maior competidor no mercado mundial de oleaginosas, os Estados Unidos, é o custo de transporte. A tabela 3 apresenta dados de custos do transporte e a proporção da produção total escoada nos principais corredores de escoamento da produção de soja no Brasil.

TABELA 3
Custo do transporte até o porto para exportação
 (Em US\$ por tonelada)

Origem	Porto de destino	Distância (milhas)	Prod. total em 2019 (%)	Transporte	2011	2015	2017	2019
Brasil								
Corredor/rota								
Corredor Sul – Rio Grande								
Noroeste RS (Cruz Alta)	Rio Grande	288	11,3	C	37,54	26,37	30,72	25,06
Corredor Sudeste – Santos								
Norte MT (Sorriso)	Santos	1.190	3,0	C	123,31	86,04	92,95	79,28
Sul GO (Rio Verde)	Santos	587	4,8	C	63,92	39,82	44,22	37,34
Sudeste MT (Primavera do Leste)	Santos	901	2,4	C	95,82	58,82	63,63	53,56
Corredor Sul – Paranaguá								
Norte MT (Sorriso)	Paranaguá	1.262	2,9	C	117,90	85,68	89,41	75,78
Norte Central PR (Londrina)	Paranaguá	268	3,2	C	39,54	24,07	29,29	22,64
Sudeste MS (Maracaju)	Paranaguá	612	2,2	C	64,59	43,27	49,65	
Corredor Norte – Tapajós								
Norte MT (Sorriso)	Itaituba	672	5,4	C	-	41,70	59,65	46,64
Norte MT (Sorriso)	Santarém	876	4,1	C	-	58,12	55,08	52,04
Corredor Nordeste – São Luís								
Sul MA (Balsas)	São Luís	482	2,1	C	-	36,15	37,69	32,99
Sudoeste PI (Bom Jesus)	São Luís	606	2,6	C	-	43,04	44,44	39,34
Leste TO (Campos Lindos)	São Luís	842	1,6	C	-	56,78	61,69	50,55
Corredor Norte – Eixo Leste								
Sudeste PA (Paragominas)	Barcarena	249	1,5	C	-	19,82	25,00	20,12

(Continua)

(Continuação)	Origem	Porto de destino	Distância (milhas)	Prod. total em 2019 (%)	Transporte	Custo (US\$/tonelada)
					Por caminhão e trem	
					Corredor Sudeste – Santos	
	Norte MT (Sorriso)	Santos			C	27,62
	Norte MT (Sorriso)	Santos			T	39,98
	Norte MT (Sorriso)	Santos			Total (C+T)	67,60
					Por caminhão e barcaça	
					Corredor Norte – Tapajós	
	Norte MT (Sorriso)	Barcarena			C	46,64
	Norte MT (Sorriso)	Barcarena			B	18,85
	Norte MT (Sorriso)	Barcarena			Total (C+B)	65,49
					Estados Unidos	
	Minneapolis, Minnesota	U.S. Golf			C	10,10
	Minneapolis, Minnesota	U.S. Golf			T	47,96
	Minneapolis, Minnesota	U.S. Golf			B	21,99
	Minneapolis, Minnesota – total				54,17	81,24
	Davenport, Iowa	U.S. Golf			C	10,10
	Davenport, Iowa	U.S. Golf			T	32,13
	Davenport, Iowa	U.S. Golf			B	20,43
	Davenport, Iowa – total				48,23	65,29

Fonte: USDA (2016; 2017; 2018; 2020).

Elaboração dos autores.

Obs.: 1. Transporte: C – caminhão; T – trilha; B – barcaça.

2. Milha terrestre.

3. RS – Rio Grande do Sul; MT – Mato Grosso; GO – Goiás; PR – Paraná; PI – Piauí; MA – Maranhão; PA – Pará; TO – Tocantins.

4. A proporção de produção escoada demonstrada na tabela está discriminada por rota, e não por modal rodoviário.

5. As rotas demonstradas são as apresentadas pela USDA.

Evidencia-se, na tabela 3, que os custos de transportes no Brasil, em sua maioria, diminuíram de 2011 a 2019, mas aumentaram de 2015 a 2017, principalmente o custo do Norte de Mato Grosso (município de Sorriso) para Itaituba-PA, com um aumento de 43%, de 2015 a 2017. Isso já demonstra a preocupação do Brasil em diminuir seus custos de transporte, buscando-se outros portos, com outras rotas, cujos custos são mais baixos, o que se verifica também no Norte de Mato Grosso. Observe-se que os custos de transporte americano cresceram de 2011 a 2017, diminuindo um pouco no ano de 2019.

As regiões analisadas dos Estados Unidos são os estados que mais produzem no país, com uma distância de aproximadamente 1 mil milhas¹³ até o porto, aproximadamente a mesma da rota do norte de Mato Grosso para Santos ou Paranaguá. Quando essas rotas (até o porto) são comparadas, observa-se que os custos de transporte são menores nos Estados Unidos quando se parte de Davenport, mas os custos são maiores naquele país em comparação ao Brasil, quando se averiguam os custos de transportes que partem de Minneapolis.

No ano de 2019, as tarifas de caminhão variaram, em razão da depreciação do real ante o dólar americano e da conclusão do projeto de pavimentação da rodovia BR163, que liga a rota de norte de Mato Grosso a Itaituba, no estado do Pará. Apesar das quedas das tarifas para caminhões, as tarifas marítimas para China e Alemanha aumentaram, em função dos preços mais altos dos combustíveis (USDA, 2020).

No que se refere aos gargalos e aos avanços no transporte brasileiro, que têm impacto nos custos do transporte de soja, averiguou-se que, no ano de 2018, foi promulgada a Política Nacional de Lei de Tarifas Mínimas de Frete, para que os caminhoneiros terminassem uma greve nacional da categoria. A lei permite que a Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT) estabeleça uma tarifa mínima de frete, que garanta a viagem de ida e volta. Em 2020, houve uma atualização dessa lei, com a inclusão de novas diretrizes, como a incorporação da diária do caminhoneiro no cálculo da tarifa mínima. A constitucionalidade da lei é questionada desde 2018, por organizações que a ela se opõem. No entanto, as audiências no Supremo Tribunal Federal (STF) foram suspensas em virtude da pandemia da covid-19. Outros avanços e problemas podem ser examinados dentro dos corredores de exportação da soja.

De acordo com Brasil (2017), identificam-se nove corredores logísticos estratégicos para o escoamento da produção de soja, a saber: Corredor Logístico Norte – Eixo Madeira; Corredor Logístico Norte – Eixo Tapajós; Corredor Logístico Norte – Eixo Tocantins; Corredor Logístico Nordeste – Eixo São Luís; Corredor Logístico Nordeste – Eixo Salvador; Corredor Logístico Sudeste –

13. A unidade de milha utilizada neste trabalho é a milha terrestre.

Eixo Vitória; Corredor Logístico Sudeste – Eixo Santos; Corredor Logístico Sul – Eixo Paranaguá; e Corredor Logístico Sul – Eixo Rio Grande.

No corredor Norte – Eixos Madeira, Tapajós e Tocantins, são principalmente utilizados, para o escoamento da produção de grãos, os seguintes modais: hidrovias do Rio Madeira, do Rio Amazonas e do Rio Tapajós; as rodovias BR-364, BR-163, BR-155 e BR-135; as ferrovias Norte-Sul – Tramo Norte e Estrada de Ferro Carajás; e cinco complexos portuários – Itacoatiara, Santarém, Belém-Barcarena, Santana e São Luís. Em 2017, este corredor foi responsável pelo escoamento de 7 milhões de toneladas de soja (56% do volume total transportado no corredor) e de 5 milhões de toneladas de farelo de soja (40% do total transportado no corredor) (Brasil, 2017).

A BR-364 interliga o noroeste de Mato Grosso e o município de Porto Velho-RO, e vem sendo duplicada em vários trechos. Em 2020, as obras de duplicação chegaram a 85% de conclusão do trajeto entre Cuiabá-MT e Rondonópolis-MT (210 km). A BR-135 apresenta alto índice de congestionamento no trecho próximo à chegada no Porto de São Luís-MA (Brasil, 2017). Na BR-155, o trecho que necessitava de recuperação, especificamente de Xinguara-PA a Eldorado dos Carajás-PA, foi recuperado em 2020 (DNIT, 2020). Um outro gargalo que vem sendo resolvido é um trecho de 190 km não pavimentado na BR-158. O trecho vai contornar uma área de terra indígena, devido a uma recomendação da Fundação Nacional do Índio (Funai). Este projeto é importante por se tratar de um eixo da logística de transporte do estado de Mato Grosso para o escoamento da safra de grãos, e atualmente o projeto se encontra em processo para a obtenção da Licença de Instalação (Brasil, 2019a).¹⁴

Um importante eixo para o escoamento da produção de soja do Centro-Oeste do Brasil é a BR-163 (Cuiabá-Santarém), que foi criada na década de 1970, dentro dos projetos do Plano de Integração Nacional (Alencar, 2005; Bernardes, 2000). Apesar de a linha da rodovia ter sido concluída ainda na década de 1970, não foi completado o seu asfaltamento, faltando 993 km, que atravessam o sudoeste do Pará. A rodovia só voltou a receber atenção governamental no ano de 1991, quando partes da estrada foram destinadas à licitação de empreiteiras. No entanto, as obras ficaram paralisadas até 1997.

No ano 2000, com o crescimento da produção de soja na região, a rodovia se tornou uma possível rota de menor custo, gerando o interesse para a sua pavimentação. Todavia, a liberação das obras é agravada pela situação fundiária indefinida e por questões ambientais. Em 2005, foi decidido que a responsabilidade pela pavimentação competiria ao setor privado (Alencar, 2005).

14. Disponível em: <<https://bit.ly/3RE3x5R>>. Acesso em: 1º mar. 2021.

Por meio da BR-163, é possível exportar a soja pelos portos de Santarém-PA e de Itaituba-PA/Miritituba, importante alternativa, dada a saturação dos portos de Santos e de Paranaguá; no entanto, a rodovia precisa ter condições para o tráfego (Huertas, 2009; Gavriloff, 2005). Com a rodovia asfaltada, o percurso da viagem será menor, possibilitando a redução do custo do frete. Já com essa perspectiva, portos privados foram construídos em Santarém-PA (além do porto público existente) por grandes empresas do ramo de alimentação, como o Terminal Fluvial de Granéis Sólidos de Santarém da Cargill, criado em 2002, que visa escoar a produção de grãos.

A pavimentação da área não asfaltada começou a ser realizada em 2007. No primeiro semestre de 2016, faltavam ser concluídos 192 km entre as cidades de Sorriso-MT e Santarém-PA (Oliveira Neto e Nogueira, 2017). O atual governo foi responsável pela pavimentação dos últimos 51 km, no município de Novo Progresso-PA, concluída em fevereiro de 2020 (Conclusão..., 2020). Desde o fim da obra, o preço do frete caiu 35%, e observou-se um aumento do fluxo de grãos na rodovia. No entanto, há relatos de deterioração da estrada e da necessidade de duplicação, bem como de ferrovias (Asfaltada..., 2020). Diante disso, o governo anunciou leilão para privatizar a operação na rodovia (USDA, 2020).

A hidrovia do Madeira, localizada no Norte do Brasil, é a principal referência hidrográfica de escoamento de grãos pela região, utilizada maioritariamente para escoar a produção de Rondônia e de Mato Grosso. Há outros potenciais corredores hidroviários nas regiões Norte e Nordeste do país, como os corredores Tapajós-Teles-Pires e Tocantins-Araguaia, que, no entanto, necessitam de investimentos para obras de eclusas, dragagens e derrocamentos (CNT, 2015).

No que se refere ao modal ferroviário, em dezembro de 2020 foi aprovado, pelo Ministério da Infraestrutura, o projeto de duplicação da Estrada de Ferro Carajás, com uma extensão de 580 km (Brasil, 2018). Um outro projeto importante para o corredor Norte é o Ferrogrão (EF-170), um novo corredor ferroviário, a ser consolidado, de exportação do Arco Norte,¹⁵ com uma extensão de 933 km, que liga a região produtora de grãos do Centro-Oeste ao Porto de Miritituba, no estado do Pará. O projeto tem como objetivo aliviar o tráfego na BR-163, reduzindo-se assim a emissão de carbono, e está à frente da crescente demanda por uma infraestrutura integrada de transportes de carga. Atualmente, o projeto encontra-se em avaliação pelo Tribunal de Contas da União (TCU), e o governo planeja anunciar o leilão para o segundo semestre (Brasil, 2021a).¹⁶

15. Expressão utilizada para denominar os portos das regiões Norte e Nordeste do Brasil.

16. Disponível em: <<https://bit.ly/3Bg6oMt>>. Acesso em: 15 fev. 2021.

O corredor Nordeste – Eixos São Luís e Salvador possui cinco rodovias: BR-235, BR-135, BR-330, BR-230 e BR-242, com dois complexos portuários – São Luís e Salvador –, movimentando 5 milhões de toneladas de soja (73% do volume total do corredor) e 1 milhão de toneladas de farelo de soja (Brasil, 2017).

Um projeto prioritário do atual governo, no corredor Nordeste, é a Ferrovia da Integração Oeste-Leste (FIOL) (EF-334), que liga os municípios de Ilhéus-BA e Figueirópolis-TO, com extensão de 1.527 km. A obra está dividida em três trechos, tendo o primeiro trecho 537 km, com 74% das obras executadas; o segundo, com 485 km e 36% das obras concluídas; e o último trecho, com 505 km, está em fase de estudos e projetos. Esta ferrovia é importante para o escoamento de grãos do Oeste baiano. Ademais, existe a possibilidade de uma futura integração com a Ferrovia Norte-Sul (Brasil, 2021c).¹⁷

Os gargalos no corredor Nordeste são: o alto índice de congestionamentos perto do Porto de São Luís; a necessidade de construção de novos berços no Porto do Itaqui (em São Luís-MA); e de melhorias das vias internas de circulação do Porto de Salvador-BA e trechos não pavimentados na BR-135, no estado da Bahia (Brasil, 2017).

No corredor Sudeste – Eixos Vitória e Santos, são utilizadas várias rodovias, como a BR-163, BR-364, BR-163, BR-267, BR-365, BR-153, BR-262, BR-158, BR-050, BR-060, BR-452, BR-373 e BR-456; cinco ferrovias – Ferrovia América Latina Malha Norte, Ferrovia América Latina Paulista, MRS Logística, Ferrovia Centro Atlântica e Ferrovia Estrada de Ferro Vitória a Minas; uma hidrovia, a Tietê-Paraná; e dois complexos portuários, Santos e Vitória. O corredor transportou, em 2017, um pouco menos de 17 milhões de toneladas de soja e 5 milhões de toneladas de farelo de soja.

Um projeto de infraestrutura, para a facilitação da exportação de produtos agrícolas, que está como prioridades do atual governo brasileiro, é a Ferrovia Norte-Sul (EF-151). A Ferrovia Norte-Sul integra quatro estados – Tocantins, Goiás, Minas Gerais e São Paulo –, com acesso ao Porto do Itaqui, em São Luís-MA, e ao Porto Sul de Santos, com extensão de 1.537 km, e visa contribuir para a redução do custo de transportes de carga do país. O primeiro trecho, entre Porto Nacional-TO e Anápolis-GO, com 855 km de extensão, já está em operação. O segundo trecho, compreendido entre Ouro Verde de Goiás-GO e Estrela d'Oeste-SP, com 682 km, já tem 95% das obras realizadas. Em julho de 2020, foi assinado o contrato de concessão para esse segundo trecho, para exploração do serviço público de cargas

17. Disponível em: <<https://bit.ly/3RFhgJ2>>. Acesso em: 16 fev. 2021.

em modelo vertical (manutenção e ampliação da infraestrutura, e operações de transporte) (Brasil, 2021b).¹⁸

Com relação ao modal ferroviário, outro projeto esperado é a continuação da Ferronorte. Atualmente, a Ferronorte possui dois trechos, que ligam os municípios de Santa Fé do Sul-SP a Rondonópolis-MT, com um total de 764 km de ferrovia. A continuação do projeto busca conectar o sul de Mato Grosso ao norte do mesmo estado. No trecho que vai de Rondonópolis-MT a Cuiabá-MT, está sendo efetivado o projeto, e os outros trechos estão em estudo.

Um outro investimento importante para os corredores do Sudeste e do Norte é o investimento do governo federal, em torno de R\$ 550 milhões, em melhoramentos no canal de navegação da hidrovia do rio Tocantins, devido a sua importância como rota de escoamento de soja e minerais. A obra estava prevista para começar em início de 2021 (Brasil, 2019b).¹⁹

No corredor estratégico Sul – Eixos Paranaguá e Rio Grande, há várias rodovias, como a BR-163, BR-364, BR-267, BR-376, BR-277, BR-467, BR-487, BR-466, BR-373, BR-158, BR-392, BR-153, BR-386, BR-116 e BR-471; duas ferrovias, a Ferrovia América Latina Malha Sul e a Estrada de Ferro Paraná-Oeste; uma hidrovia, a Hidrovia do Sul; e três complexos portuários – Paranaguá, São Francisco e Rio Grande. Neste corredor, foram movimentadas um pouco menos de 25 milhões de toneladas de soja e 8 milhões de toneladas de farelo de soja (Brasil, 2017).

Em 2020, o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) realizou obras de manutenção na BR-267 no estado de Mato Grosso do Sul, no trecho perto de Nova Alvorada do Sul, que requeria sinalização e acostamento (Brasil, 2017; DNIT realiza..., 2020). Na BR-376/PR e BR-277/PR, há trecho com lentidão no tráfego. Nas BRs 386/RS e 116/RS, há uma grande utilização das rodovias, chegando quase a sua capacidade máxima (Brasil, 2017).

Nas regiões Sul e Sudeste, os projetos de investimentos referem-se a vias de transporte já existentes (Lima, Faveret Filho e Paula, 2000). Isso se deve ao investimento inicial maior nestas regiões, dado o nível de produção superior dessas áreas. Atualmente, têm-se observado novos investimentos, principalmente nas regiões Centro-Oeste, Norte e Nordeste do Brasil, ou seja, nos corredores Norte, Nordeste e Sudeste.

18. Disponível em: <<https://bit.ly/3wYht21>>. Acesso em: 15 fev. 2021.

19. Disponível em: <<https://bit.ly/3KQqzjz>>. Acesso em: 18 fev. 2021.

3 METODOLOGIA

Os modelos de 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, nos países desenvolvidos e naqueles em desenvolvimento, determinando-se, 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, no 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, o que significa que, no equilíbrio, o lucro das firmas é nulo. Para a produção, são demandados distintos fatores de produção, de forma a ser minimizado seu custo. Por sua vez, 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 de utilidade. As funções de preferências são contínuas e homogêneas de grau zero em relação aos preços, ou seja, somente os preços relativos podem ser determinados (Mas-Colell, Whinston e Green, 1995). Este estudo emprega a metodologia de EGC, com uso do modelo PAEG, explanado na próxima subseção.

3.1 O modelo PAEG

O modelo PAEG é um modelo de equilíbrio geral computável, estático, multirregional e multissetorial, desenvolvido na mesma plataforma do modelo GTA-PinGAMS (Rutherford e Paltsev, 2000; Rutherford, 2005). O PAEG considera o Brasil em cinco Grandes Regiões – Sul, Sudeste, Centro-Oeste, Norte e Nordeste –, conectadas à base de dados do Global Trade Analysis Project (GTAP) (Hertel, 1997). A versão utilizada neste artigo carrega a base de dados de 2011 do GTAP v9.0 (Aguiar, Narayanan e McDougall, 2016). A base de dados compreende 65 setores econômicos e 140 países/regiões do mundo. O modelo é escrito em *mathematical programming system for general equilibrium* (MPSGE) (Rutherford, 1999) e resolvido por meio de um problema de complementariedade mista em *general algebraic modeling system* (GAMS) (Brooke *et al.*, 2003).

A base de dados contém fluxos bilaterais de comércio entre nações e regiões, bem como a estrutura de custo setorial e pagamento de impostos e tributos. As identidades contábeis do modelo são extraídas das matrizes de contabilidade social de cada região. Em equilíbrio, a base de dados precisa atender a duas condições: oferta igual à demanda; e renda líquida dos agentes 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 e Teixeira, 2013).

3.2 Dados e agregação

A base de dados do GTAP é agregada em nove regiões, além das cinco Grandes Regiões brasileiras, a saber: 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. Em relação aos setores, estes são agregados em dezenove grandes segmentos, conforme o quadro 1. O setor de soja e outras oleaginosas (osd) é utilizado para atender aos objetivos da pesquisa, assim como em Costa, Rosson e Costa (2007) e Tardelli (2013). O quadro 1 apresenta a agregação regional e os setores do modelo.

QUADRO 1
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	(cb)	4. Brasil – Região Sudeste	SDE
5. Carnes e animais vivos	(oap)	5. Brasil – Região Sul	SUL
6. Leite e derivados	(rmk)	<i>Players</i>	
7. Outros produtos agropecuários	(agr)	Produtores e exportadores mundiais	
8. Produtos alimentares	(foo)	6. Estados Unidos	EUA
9. Indústria têxtil	(tex)	7. Argentina	ARG
10. Vestuário e calçados	(wap)	Importadores mundiais e do Brasil	
11. Madeira e mobiliário	(lum)	8. China	CHN
12. Papel, celulose e indústria gráfica	(ppp)	9. Restante da Europa	EU
13. Químicos, indústria da borracha e de plásticos	(crp)	10. Japão	JPN
14. Manufaturados	(man)	11. México	MEC
15. Eletricidade, gás, distribuição de água	(siu)	12. Espanha	ESP
16. Construção	(cns)	13. Itália	ITA
17. Comércio	(trd)	Restante do mundo	
18. Transporte	(otp)	14. Resto do Mundo	ROW
19. Serviços e administração pública	(adm)		

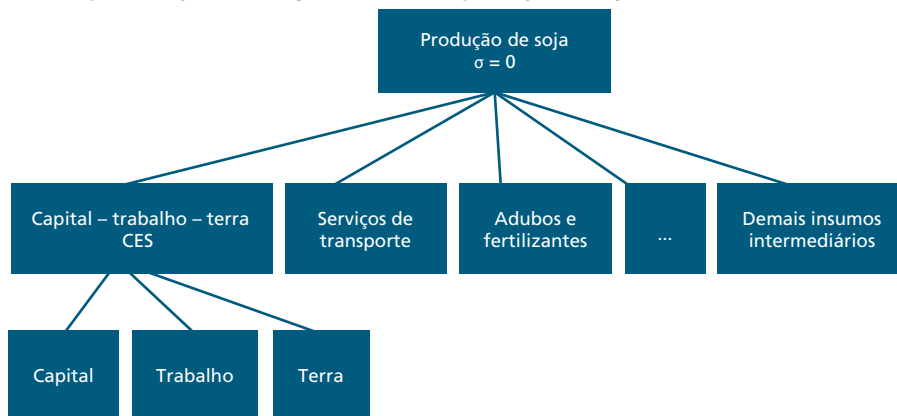
Fonte: Modelo PAEG.
Elaboração dos autores.

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, equilíbrio de mercado e equilíbrio da renda. Contudo, essas condições e identidades não caracterizam o comportamento dos agentes no modelo. A tecnologia de produção no modelo

PAEG é representada por funções aninhadas de elasticidade de substituição constante (*constant elasticity of substitution* – CES). As estruturas aninhadas dão maior flexibilidade na substituição dos insumos intermediários, em virtude do grau de desagregação setorial e conhecimento das elasticidades de substituição das diversas *commodities* do modelo.

FIGURA 1
Representação tecnológica do setor de produção de soja



Fonte: Modelo PAEG.

Elaboração dos autores.

Obs.: A árvore tecnológica combina capital, trabalho e terra (fatores primários) sob uma função CES, formando uma cesta agregada chamada *capital-trabalho-terra*. No topo da árvore tecnológica, os insumos intermediários são combinados por uma função Leontief ($\sigma = 0$) com a cesta agregada *capital-trabalho-terra*, formando assim a produção setorial. A denominação regional foi omitida para facilitar o entendimento. A representação tecnológica apresentada é igual para as r regiões do modelo.

A figura 1 traz a representação tecnológica do setor de produção de soja. Os fatores primários de produção, capital, trabalho (não qualificado e qualificado) e terra são combinados por função CES sob elasticidade de substituição *esubva*, que é específica para cada setor j e região r do modelo. Os demais insumos intermediários, com origem na região ou importados, são combinados por uma elasticidade de substituição *esubd* para cada *commodity* i . Assume-se a hipótese de agregação de Armigton entre os bens domésticos e importados; ou seja, um bem importado por uma região é um substituto imperfeito do mesmo bem, com origem em outras regiões. No nível mais alto da representação tecnológica, todos os insumos intermediários e a cesta agregada de capital, trabalho e terra são combinados por uma função Leontief ($\sigma = 0$).

Alterações tecnológicas podem entrar no modelo PAEG por meio de dois canais: primeiro, uma mudança exógena na produtividade total dos fatores de produção; e, 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 atendimento aos objetivos do trabalho, opta-se pelo primeiro canal de introdução tecnológica, ou seja, mantém-se a representação tecnológica original do modelo PAEG, alterando-se somente a condição de lucro zero setorial, à medida que os ganhos de infraestrutura de transporte permitem um menor consumo intermediário de serviços de transporte para fazer face ao mercado doméstico e às exportações.

3.4 Solução e condições de equilíbrio

A seguir, são apresentadas as condições de equilíbrio definidas no modelo PAEG sob solução de complementariedade mista (Mathiesen, 1985; Rutherford, 1999). Todas as equações de equilíbrio do modelo podem ser verificadas em Teixeira, Pereira e Gurgel (2013). As condições a seguir regem o comportamento dessas equações. Seria demasiadamente extensa a apresentação de tais equações; portanto, desde que essas condições sejam satisfeitas, o modelo atinge uma solução estável de equilíbrio. Desse modo, três desigualdades devem ser atendidas: condições de lucro zero, equilíbrio de mercado e equilíbrio da renda. Um conjunto de três variáveis não negativas está envolvido: os níveis de preço, quantidade e renda.

3.4.1 Condição de lucro zero

A condição de lucro zero exige que qualquer atividade com produção positiva deve obter lucro econômico zero, ou seja, 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 o lucro econômico é zero, ou o lucro econômico é negativo e $y = 0$. Para todos os setores da economia, temos:

$$lucro \geq 0, y \geq 0, produto^T(-lucro) = 0. \quad (1)^{20}$$

3.4.2 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 inclui os preços dos bens finais, bens intermediários e fatores de produção, além de ser a variável associada a esta condição. A seguinte condição deve ser satisfeita para todos os bens e fatores de produção:

$$oferta - demanda \geq 0, p \geq 0, p^T(oferta - demanda) = 0. \quad (2)$$

20. O símbolo T representa o vetor transposto.

3.4.3 Equilíbrio da renda

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

$$renda_total = dotação_inicial + receita_dos_impostos \quad (3)$$

O fechamento do modelo considera que a oferta total de cada fator de produção não se altera, mas tais fatores são móveis entre setores, dentro de uma região, e com mobilidade imperfeita²¹ entre as regiões brasileiras. O fator terra é específico aos setores agropecuários, enquanto recursos naturais são específicos a 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 se alterar com mudanças nos preços dos bens, assim como a receita oriunda dos impostos estará sujeita a mudanças no nível de atividade e no consumo.

3.5 Cenário analisado

O cenário analisado nesta pesquisa tem como objetivo verificar os impactos de uma redução nos custos de transporte e os efeitos sobre a competitividade da soja brasileira. Também são considerados os efeitos de transbordamento sobre os demais setores da economia e os ganhos de bem-estar entre as cinco Grandes Regiões brasileiras, além das demais regiões do modelo. O objetivo é elucidar como possíveis tendências futuras de investimentos podem impactar o aumento de competitividade do setor de soja brasileiro, promovendo-se, assim, uma adequada e eficiente alocação dos recursos.

O cenário considera uma redução de 25% nos custos associados ao consumo intermediário do setor de transporte. A redução nos custos representa a melhoria na infraestrutura dos modais de transporte existentes nas Grandes Regiões do país. A redução impacta diretamente todos os setores da economia, uma vez que a melhor infraestrutura beneficia todas as atividades econômicas, e não somente a produção de soja. O cenário justifica-se diante das reduções de custo analisadas no setor de transporte brasileiro, conforme apresentado na tabela 3. Entre os anos de 2011 e 2019, o custo de transporte até o porto de exportação diminuiu, em média, 38%. Por sua vez, para os trajetos com dados apenas a partir de 2015, em comparação com os custos de 2019, observou-se uma queda, em média, de 10%. Assim, uma redução de 25% é uma aproximação razoável e, de certa forma,

21. A mobilidade imperfeita de fatores entre as regiões brasileiras permite esse movimento até que o retorno nominal de fatores se iguale entre as regiões.

conservadora. Ademais, as simulações propostas se aproximam das análises realizadas por Costa *et al.* (2007) e Tardelli (2013), destacando, entretanto que estes usam o modelo GTAP para avaliar o efeito de melhorias no setor de escoação de soja sem a representação da heterogeneidade espacial brasileira.

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 variável (ou determinadas variáveis). Para o modelo atingir um novo equilíbrio, é preciso que ocorram mudanças em variáveis endógenas. Nessa perspectiva, serão exploradas, em mais detalhes, algumas dessas variações.

Analisando-se o efeito de uma mudança na variável exógena *transporte*, com uma redução de 25% no custo do transporte interno, para todos os setores nas cinco regiões brasileiras, averiguou-se que os resultados são favoráveis a uma maior produção do grão de soja nas região Sul (2,77%) e Centro-Oeste (1,20%), como se observa na tabela 4. Essas duas regiões são as que mais produzem soja, sendo favorecidas com uma redução no custo de transporte, pois elas têm vantagem comparativa na produção do grão em relação às outras regiões brasileiras.

TABELA 4

Produção de soja nas regiões brasileiras, Estados Unidos e Argentina
(Em %)

Setor/regiões	NOR	NDE	COE	SDE	SUL	USA	ARG
Soja	-0,696	-1,292	1,204	-0,384	2,774	-0,046	0,002

Fonte: Valores resultantes das simulações.

A produção de soja diminui nas regiões Nordeste (-1,29%), Norte (-0,70) e Sudeste (-0,38%). A produção também cai nos Estados Unidos, maior competidor internacional do Brasil na produção de soja mundial, em pouco menos de 0,05%.

Os resultados obtidos na simulação de Tardelli (2013) evidenciaram um aumento, na produção brasileira de soja, de 4,16%. Contudo, na análise do autor, não é possível definir qual região está se beneficiando mais nessa política. Devido às diferenças culturais, ambientais, econômicas e tecnológicas da produção agrícola entre as regiões, uma política que seja favorável em nível nacional pode gerar desiguais resultados entre elas, como evidenciam os resultados constantes da tabela 4.

Uma política de redução de custo de transportes também afeta o preço dos fatores de produção e a realocação dos fatores produtivos da economia entre as regiões brasileiras, através da mobilidade imperfeita simulada neste cenário. A tabela 5 demonstra a mudança nos preços dos fatores de produção.

TABELA 5
Mudança percentual nos preços dos fatores de produção

Fatores de produção/regiões	NOR	NDE	COE	SDE	SUL
Trabalho não qualificado	0,280	0,408	0,326	0,749	0,604
Trabalho qualificado	0,798	0,927	0,845	1,27	1,124
Capital	0,548	0,676	0,594	1,018	0,873
Terra	-6,454	-0,209	2,516	4,649	16,265
Recursos naturais	-3,393	1,111	1,558	2,497	0,743

Fonte: Valores resultantes das simulações.

Evidencia-se, na tabela 5, que o preço da terra aumenta, principalmente, nas regiões Sul, Sudeste e Nordeste em, respectivamente, 16,26%, 4,65% e 2,52%, devido ao maior uso de terra nessas regiões, após a redução do custo de transporte. As regiões Sul e Sudeste também têm mudança percentual positiva nos outros preços de fatores de produção, sobretudo no trabalho qualificado (0,84%) e em recursos naturais (1,56%), no Centro-Oeste; e trabalho qualificado (1,12%) e capital (0,87%), no Sul. A tabela 6 apresenta a realocação dos fatores primários nas regiões brasileiras, antes e após o choque.

TABELA 6
Realocação dos fatores primários nas regiões brasileiras
 (Em US\$ 1 bilhão)

		NOR	NDE	COE	SDE	SUL
Trabalho não qualificado	Inicial	7,400906	25,32655	15,13397	92,78807	26,24781
	Final	7,146486	25,14411	15,03849	93,25857	26,30966
	Mudança	-0,25442	-0,18244	-0,09548	0,470496	0,061849
Trabalho qualificado	Inicial	16,31325	41,63357	32,24762	230,1181	62,08182
	Final	15,68732	41,18914	31,95035	231,4529	62,11471
	Mudança	-0,62593	-0,44444	-0,29727	1,334736	0,032896
Capital	Inicial	51,16493	100,9747	68,88581	354,0753	106,5046
	Final	49,39582	100,1769	68,43391	356,531	107,0678
	Mudança	-1,76912	-0,79783	-0,4519	2,455688	0,563153

Fonte: Valores resultantes das simulações.

As regiões Sudeste e Sul são as que mais se beneficiam com a realocação dos fatores de produção, principalmente em capital (US\$ 2,45 bilhões e US\$ 0,56 bilhão, respectivamente). Pelo fato de o setor de transporte interno brasileiro ser um bem de consumo intermediário de diversos setores, as regiões Sudeste e Sul conseguem se beneficiar mais que as outras, dado que a região Sudeste possui muitas indústrias de manufaturados e é a maior produtora de cana-de-açúcar no Brasil, e a região Sul

é grande produtora de outros itens agrícolas. Com a redução do custo de transporte, o Sul, por exemplo, aumenta a produção de arroz (3,15%), grãos de cereais (2,88%), produtos animais (2,65%), leite (3,19%) e outros produtos agrícolas (3,18%). O Sudeste, por sua vez, produz mais cana-de-açúcar (3,25%), produtos químicos, de plástico e de borracha (3,94%), papel e produtos de papel (2,04%).

Os próximos resultados a serem destacados são a exportação e a importação da soja pelas regiões brasileiras e principais países exportadores e importadores desta *commodity*, dada a sua relevância no mercado internacional.

TABELA 7
Exportação e importação de soja
(Em %)

Região	Exportação	Importação
Norte	0,003	-2,455
Nordeste	-2,053	0,663
Centro-Oeste	1,615	0,103
Sudeste	-0,43	1,402
Sul	3,131	0,584
Maiores importadores mundiais		
China	-0,099	0,128
Restante da Europa	-0,162	0,095
Espanha	-0,152	0,356
Itália	-0,148	0,269
México	-0,041	0,008
Japão	-	0,013
Maiores exportadores mundiais		
Estados Unidos	-0,136	-0,012
Argentina	-0,236	0,114
Resto do Mundo (ROW)	-0,128	0,074

Fonte: Valores resultantes das simulações.

No que concerne às exportações e importações, o Sul e o Sudeste conseguem exportar mais soja com a redução do custo do transporte interno no país – de 3,13% e 1,61%, respectivamente –, proporcionando vantagens em termos de comércio mundial, advindas de ganhos de competitividade. Entretanto, Nordeste e Sudeste têm queda nas exportações. Países exportadores mundiais apresentam redução na exportação – por exemplo, Estados Unidos (-0,14%) e Argentina (-0,24%) –, por efeito da perda de competitividade, com o menor custo do Brasil no mercado internacional. No caso dos países importadores, como China, Japão,

México, Espanha, Itália e o Restante da Europa, estes aumentaram as suas importações de soja, principalmente Espanha, Itália e China, com incremento, na devida ordem, de 0,36%, 0,27% e 0,13%. O Resto do Mundo também tem aumento na importação de soja (de 0,07%) e queda nas exportações do grão (de -0,13%).

Outro resultado importante, a partir do qual se pode analisar o ganho (ou perda) de competitividade do Brasil, no mercado internacional, é se há mudança nos preços das *commodities*, como demonstrado na tabela 8.

TABELA 8
Varição nos preços das *commodities*
 (Em %)

Setor/regiões	NOR	NDE	COE	SDE	SUL
Soja	-1,05	-0,386	-1,44	-0,366	-1,56

Fonte: Valores resultantes das simulações.

Percebe-se que, com a redução do custo do transporte no Brasil, a variação percentual no preço real das *commodities* de soja diminui para todas as regiões brasileiras, com maior destaque para o Sul e o Centro-Oeste, com uma queda percentual no preço de 1,56% e 1,44%, respectivamente. Os resultados da tabela 8 confirmam o ganho de competitividade para o país, que poderia comercializar a mercadoria por um custo mais baixo.

Ademais, as variáveis macroeconômicas selecionadas para as simulações são apresentadas na tabela 9 e dizem respeito ao produto interno bruto (PIB) e ao bem-estar econômico das regiões brasileiras.

TABELA 9
PIB e bem-estar nas regiões brasileiras
 (Em %)

Variáveis/regiões	NOR	NDE	COE	SDE	SUL	Brasil
PIB	-3,237	-0,352	-0,286	1,634	1,166	0,84
Bem-estar	-3,909	-0,032	0,073	2,354	1,879	1,38

Fonte: Valores resultantes das simulações.

Os resultados indicam que uma redução no custo de transportes traz um maior ganho do PIB para as regiões Sudeste e Sul – de 1,63% e 1,17%, respectivamente. Contudo, observa-se uma queda muito grande do PIB na região Norte, de 3,24%. Essa região, talvez por ter menor vantagem comparativa na produção de produtos agrícolas e manufaturados, tem menor produção nesses bens e uma realocação negativa dos fatores primários de produção na região. O PIB também fica menor para o Centro-Oeste e o Nordeste. A região Centro-Oeste, apesar de ser

grande produtora de soja, não obteve ganhos de produção na maioria dos setores analisados, tendo a produção aumentado apenas em relação a soja (1,20%), grãos cereais (0,35%), cana-de-açúcar (0,27%) e outros produtos agrícolas (0,41%). Da mesma forma, o ganho de bem-estar é melhor para as regiões Sudeste (de 2,35%) e Sul (de 1,88%). O Centro-Oeste também tem aumento no bem-estar, de 0,07%. As regiões Norte e Nordeste registram quedas no bem-estar, de 3,90% e 0,03%. O Brasil tem aumento do PIB (de 0,84%) e aumento do bem-estar (de 1,38%).

Comparando-se os resultados, percebe-se que Costa, Rosson e Costa (2007), os quais analisaram cenários com redução da taxa de exportação nos portos brasileiros, observaram aumento das exportações do grão de soja para os principais países importadores (51,2% na China) e o Resto do Mundo (62,3%), além do acréscimo de 0,17% no PIB brasileiro, mas com perda de utilidade *per capita*, devido ao aumento de preço local do grão de soja. Tardelli (2013), por seu turno, observou um aumento de 4,16% da produção de soja no Brasil, crescimento também nas exportações (4,85% nas exportações para a China), e, acompanhando os resultados, aumento na demanda por fatores de produção para a soja no Brasil. Dessa maneira, averigua-se que os resultados deste trabalho vão na mesma direção que os resultados obtidos por Costa, Rosson e Costa (2007) e Tardelli (2013), principalmente no que concerne ao aumento da produção de soja e da exportação; no entanto, em uma análise regional, esse efeito é observado especialmente nas regiões Sul e Centro-Oeste.

Desse modo, é lícito confirmar que uma política pública pode ser favorável, quando averiguado o efeito do choque da redução de custo do transporte em nível nacional, mas pode gerar diferentes efeitos entre as distintas regiões. As regiões brasileiras possuem diversas vantagens comparativas na produção de soja. Nesse sentido, é importante analisar os resultados em nível regional, para se determinar a melhor tomada de decisão.

Destaca-se a importância da análise da sensibilidade dos parâmetros para a averiguação dos resultados, devido às hipóteses que são afirmadas nos parâmetros, quando o modelo de equilíbrio geral é utilizado. Assim, esta análise trata de simulações que alteram determinado parâmetro em um mesmo cenário. De acordo com Burfisher (2011), esse procedimento serve como um teste de robustez dos resultados encontrados nas simulações.

Um dos parâmetros mais importantes para a análise é a elasticidade de substituição entre domésticos e importados (*esubd* no PAEG). Assim, foi realizado um teste, alterando-se os valores desse parâmetro para o setor de transporte no cenário proposto neste trabalho, de uma redução de custo no setor, conforme mostrado na tabela 10, sobre os resultados de exportação total das regiões brasileiras, dos Estados Unidos e da Argentina.

TABELA 10
Análise de sensibilidade nos parâmetros *esubd* em relação às exportações das regiões brasileiras, dos Estados Unidos e da Argentina

	NOR	NDE	COE	SDE	SUL	USA	ARG
<i>Esubd</i>	0,003	-2,053	1,615	-0,43	3,131	-0,136	-0,236
<i>Esubd</i> * 1,5	0,011	-2,034	1,613	-0,439	3,126	-0,134	-0,235
<i>Esubd</i> * 0,5	-0,006	-2,073	1,617	-0,421	3,137	-0,137	-0,237

Fonte: Valores resultantes das simulações.

Fica evidenciado, na tabela 10, que os resultados não variaram muito quando a elasticidade de substituição foi alterada, assim como os sinais também não se alteram entre as simulações.²² Esses resultados demonstram que o modelo está bem ajustado, mesmo sendo um modelo em que valores são atribuídos para alguns parâmetros, comprovando-se, dessa forma, a robustez dos resultados encontrados.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A demanda de soja cresce em nível mundial, e as competições internacionais se tornam mais acirradas. Dessa maneira, países que são grandes produtores de soja, a exemplo de Brasil e Estados Unidos, visam obter maior eficiência nas suas produções e comercializações, assim como na redução de custos desses processos, a fim de alcançarem maior participação no mercado mundial.

No Brasil, país de grande extensão territorial e com infraestruturas ainda atrasadas e precárias nos modais de transporte, os custos do transporte se tornaram uma das mais importantes despesas na comercialização do grão de soja. Assim, este estudo teve como propósito analisar o efeito de uma redução dos custos do transporte no Brasil sobre o setor da soja, bem como explorar a propagação deste efeito nas cinco macrorregiões brasileiras, visando contribuir com a literatura sobre o debate relacionado ao custo de transporte e à produção alimentar.

O cenário proposto, neste trabalho, é semelhante ao encontrado na literatura, com um choque de redução do custo do setor de transporte em 25% para todas as regiões brasileiras, tendo sido considerado o cenário mundial de 2011, utilizando-se cinco fatores primários de produção, e com mobilidade imperfeita entre as regiões brasileiras.

Os resultados mostraram que a produção de soja aumenta nas regiões Centro-Oeste e Sul, localidades com maior vantagem comparativa na produção deste grão. Destaca-se, também, que há uma realocação dos fatores – nesse caso,

22. A região Norte teve alteração de sinal, devido ao seu valor inicial (sem alteração na elasticidade de substituição *esubd*) ser muito baixo.

capital e trabalho –, que se deslocam principalmente para as regiões Sudeste e Sul, por estas se favorecerem mais com a redução do custo de transporte.

A exportação de soja aumenta, especialmente para as regiões Sul e Centro-Oeste. Quanto a países competidores do Brasil no mercado internacional neste setor, como Estados Unidos e Argentina, estes apresentam queda nas suas exportações de soja, evidenciando uma maior participação do Brasil no mercado internacional. Salvo os Estados Unidos, todos os outros países averiguados na análise aumentam a importação do grão de soja.

Com relação ao PIB, as regiões Sul e Sudeste obtêm resultados positivos. No que tange ao ganho de bem-estar, Sul, Sudeste e Centro-Oeste se beneficiam com a redução do custo do transporte. Por último, foi realizado o teste de sensibilidade, devido às hipóteses afirmadas no modelo, o que evidencia a robustez dos resultados encontrados.

O estudo demonstrou que os resultados melhoram em nível nacional, como observado na literatura, dado que a produção e a exportação crescem no Sul e no Centro-Oeste. Contudo, a principal contribuição deste trabalho é observar que os resultados mudam conforme a região brasileira averiguada, sendo fundamental que os tomadores de decisões políticas possam analisar as melhores formas de política a serem implementadas localmente. Este estudo buscou analisar uma situação em que os custos de transportes fossem reduzidos, podendo afetar todos os setores econômicos, e não somente o setor da soja. Este choque evidenciou os benefícios que as regiões brasileiras poderiam ter, como o aumento no PIB e do bem-estar, principalmente as regiões com maior vantagem comparativa na produção de determinados bens e/ou com melhor ambiente de negócios. Conclui-se também que a redução de custo de transporte no Brasil é relevante para o escoamento dos grãos produzidos no país, tornando-o mais competitivo no mercado internacional de soja.

Como sugestão para trabalhos futuros, seria importante analisar diferentes cenários para essas regiões, assim como alterar as percentagens de redução de custo, visto que, no momento, uma alta redução nos custos de transportes seria um tanto dificultosa para o governo.

REFERÊNCIAS

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

AGUIAR, A.; NARAYANAN, B.; MCDUGALL, R. An overview of the GTAP 9 data base. **Journal of Global Economic Analysis**, v. 1, n. 1, p. 181-208, June 2016.

ALENCAR, A. **Estudo de caso: a rodovia BR-163 e o desafio da sustentabilidade.** Relatório do projeto. [s.l.]: Mapas, 2005. 22 p.

ALMEIDA, E. S. **Um modelo de equilíbrio geral aplicado espacial para planejamento e análise de políticas de transporte.** 2003. Tese (Doutorado) – Núcleo de Economia Regional e Urbana, Universidade de São Paulo, 2003.

_____. A duplicação da rodovia Fernão Dias: uma análise de equilíbrio geral. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA, 32., 2004, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Anpec, 2004.

ALMEIDA, E. S.; GUILHOTO, J. J. M. O custo de transporte como barreira ao comércio na integração econômica: o caso do Nordeste. **Revista Econômica do Nordeste**, v. 38, n. 2, p. 224-243, abr.-jun. 2007.

ALMEIDA, E. S.; HADDAD, E. A.; HEWINGS, G. J. D. Transport-regional equity issue revisited. **Regional Studies**, v. 44, n. 10, p. 1387-1400, 2010.

ANCIÃES, A. W. da F. *et al.* (Coord.). **Avaliação tecnológica do álcool etílico.** 2. ed. Brasília: CNPq, 1980. 514 p.

ARAÚJO, M. P. **Infraestrutura de transporte e desenvolvimento regional: uma abordagem de equilíbrio geral inter-regional.** 2006. 115 f. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

ASAI, G.; PIACENTI, C. A.; GURGEL, A. C. Impactos no comportamento do frete: uma aplicação de equilíbrio geral computável para os produtos agropecuários do Brasil. **Revista Eletrônica de Negócios Internacionais – Internext**, v. 15, n. 3, p. 17-33, set.-dez. 2020.

ASFALTADA, estrada da soja impulsiona exportação, mas permanece precária. **Portos e Navios**, 1 mar. 2020. Disponível em: <<https://bit.ly/3QmK7AO>>. Acesso em: 15 fev. 2021.

BERNARDES, J. A. Técnica, trabalho e espaço: as incisivas mudanças em curso no processo produtivo. *In*: CASTRO, I. E.; MIRANDA, M.; EGLER, C. A. G. (Org.). **Redescobrimo o Brasil: 500 anos depois.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2000. p. 277-289.

BONATO, E. R.; BONATO, A. L. V. (Org.). **A soja no Brasil: história e estatística.** Londrina: Embrapa, 1987.

BRASIL. Ministério dos Transportes, Portos e Aviação Civil. **Corredores logísticos estratégicos: complexo soja e milho – versão 1.2.** Brasília: MTPA, 2017. v. 1, 171 p.

_____. Portaria nº 2.485, de 14 de agosto de 2018. Credencia municípios a receberem incentivo financeiro referente a Laboratório Regional de Prótese Dentária (LRPD). **Diário Oficial da União**, Brasília, n. 159, p. 42, 17 ago. 2018.

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

BRÖCKER, J.; KORZHENEVYCH, A.; SCHÜRMAN, C. Assessing spatial equity and efficiency impacts of transport infrastructure projects. **Transportation Research Part B: Methodological**, v. 44, n. 7, p. 795-811, Aug. 2010.

BRÖCKER, J.; MERCENIER, J. General equilibrium models for transportation economics. In: de PALMA, A. (Ed.). **A handbook of transport economics**. Cheltenham: Edward Elgar, 2011. p. 21-45.

BROOKE, A., *et al.* (Ed.). **GAMS: a user's a guide**. Washington: GAMS Development Corporation, 1998.

BURFISHER, M. E. (Ed.). **Introduction to computable general equilibrium models**. 1st 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. In: FARINA, E. M. Q.; ZYLBERSZTAIN, D. (Org.). **Competitividade no agribusiness brasileiro**. São Paulo: FEA/FIA; Pensa/USP, 1998.

CAMPOS-NETO, C. A. da S. **Investimento na infraestrutura de transportes: avaliação do período 2002-2013 e perspectivas para 2014-2016**. Brasília: Ipea, 2014. (Texto para Discussão, n. 2014).

_____. **Planos e programas dos setores de transporte e energia elétrica no Brasil pós-2003**. Rio de Janeiro: Ipea, ago. 2016. (Texto para Discussão, 2227).

CARDOSO, D. F.; TEIXEIRA, E, C. A contribuição da política agrícola para o desenvolvimento do agronegócio nas macrorregiões brasileiras. **Revista de Economia e Agronegócio**, v. 11, n. 1, p. 39-72, 2013.

CHEN, Z. Measuring the regional economic impacts of high-speed rail using a dynamic SCGE model: the case of China. **European Planning Studies**, v. 27, n. 3, p. 483-512, Jan. 2019.

CHEN, Z. *et al.* The impact of high-speed rail investment on economic and environmental change in China: a dynamic CGE analysis. **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, v. 92, p. 232-245, Oct. 2016.

CNT – CONFEDERAÇÃO NACIONAL DOS TRANSPORTES. **Entraves logísticos ao escoamento de soja e milho**. Brasília: CNT, 2015. 155 p.

_____. **Boletim estatístico CNT – maio 2018**. Brasília: CNT, maio 2018. Disponível em: <<https://bit.ly/3RGGxTs>>. Acesso em: 10 set. 2018.

_____. **Conjuntura do transporte – investimentos**. Brasília: CNT, fev. 2021. Disponível em: <<https://bit.ly/3BdFWD4>>. Acesso em: 5 jun. 2021.

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

CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos 2020/2021**. Brasília: Conab, 2021a. v. 8, n. 4. 85 p.

_____. **Séries históricas**. Brasília: Conab, 2021b. Disponível em: <<https://bit.ly/3TKMnFa>>. Acesso em: 14 jan. 2021.

CONCLUSÃO da BR-163 até Miritituba (PA) será entregue nesta sexta-feira. **Gov.br**, 2020. Disponível em: <<https://bit.ly/3V3CR0q>>. Acesso em: 15 fev. 2021.

CONRAD, K.; HENG, S. Financing road infrastructure by savings in congestion costs: A CGE analysis. **The Annals of Regional Science**, v. 36, n. 1, p. 107-122, 2002.

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**, Piracicaba, v. 48, n. 2, p. 447-472, abr.-jun. 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**, v. 38, p. 28-35, 2007.

DNIT – DEPARTAMENTO NACIONAL INFRAESTRUTURA E TRANSPORTE. **Edital 0071/20-02**. Brasília: DNIT, jan. 2020. Disponível: <<https://bit.ly/3RGGDdp>>. Acesso: 1 mar. 2021.

DNIT REALIZA obras de manutenção no estado de Mato Grosso do Sul. **Gov.br**, 22 maio 2020.

DOMINGUES, E. P.; MAGALHÃES, A. S.; FARIA, W. R. Infraestrutura, crescimento e desigualdade regional: uma projeção dos impactos dos investimentos do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) em Minas Gerais. **Pesquisa e Planejamento Econômico**, Brasília, v. 39, n. 1, p. 121-158, abr. 2009.

FABIANO, M. L. A. A importância do investimento e do planejamento em infraestrutura de transportes. **Revista de Economia Mackenzie**, v. 11, n. 3, p. 10-27, set.-dez. 2013.

GAVRILOFF, A. De sangue e de soja, um asfalto sobre corpos. *In*: TORRES, M. (Org.). **Amazônia revelada: os descaminhos ao longo da BR-163**. Brasília: CNPq, 2005. p. 13-17.

GONÇALVES, R. da R. **Avaliação de impactos econômicos de melhorias em transporte no Rio Grande do Sul: uma abordagem com equilíbrio geral dinâmico**. 2018. 166 f. Tese (Doutorado) – Escola de Negócios, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018.

HADDAD, E. A. Transporte, eficiência e desigualdade regional: avaliação com um modelo CGE para o Brasil. **Pesquisa e Planejamento Econômico**, Rio de Janeiro, v. 36, n. 3, p. 413-448, dez. 2006.

HADDAD, E. A. *et al.* Assessing the economic impacts of transportation infrastructure policies in Brazil. *In*: ENCONTRO NACIONAL DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS REGIONAIS, 2007, Recife. **Anais...** Recife: ABER, 2007.

_____. Regional effects of port infrastructure: a spatial CGE application to Brazil. **International Regional Science Review**, v. 33, n. 3, p. 239-263, May 2010.

HADDAD, E. A.; HEWINGS, G. Analytically important transportation links: a field of influence approach to CGE models. **Revista Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos**, Campinas, v. 8, n. 1, p. 63-84, 2007.

HERTEL, T. W. (Ed.). **Global trade analysis: Modeling and Applications**. Cambridge: Cambridge University Press, 1997.

HUERTAS, D. M. (Org.). **Da fachada atlântica à imensidão amazônica: fronteira agrícola e integração territorial**. São Paulo, Annablume, 2009. 344 p.

KILKENNY, M. Transport costs and rural development. **Journal of Regional Science**, v. 38, n. 2, p. 293-312, May 1998.

KIM, E.; HEWINGS, G. J. D.; AMIR, H. Economic evaluation of transportation projects: an application of financial computable general equilibrium model. **Research in Transportation Economics**, v. 61, p. 44-55, Mar. 2017.

KIM, E.; HEWINGS, G. J. D.; HONG, C. An application of an integrated transport network–multiregional CGE model: a framework for the economic analysis of highway projects. **Economic Systems Research**, v. 16, n. 3, p. 235-258, Feb. 2004.

LIMA, E. T.; FAVERET FILHO, P. de S. C.; PAULA, S. R. L. de. Logística para os agronegócios brasileiros: o que é realmente necessário? **BNDES Setorial**, n. 12, p. 161-174, set. 2000.

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

OLIVEIRA NETO, T.; NOGUEIRA, R. J. B. Alguns apontamentos das práticas espaciais ao longo da BR-163 (Santarém-Cuiabá). **Revista Geonorte**, v. 8, n. 28, p. 31-50, 2017.

ROBSON, E.; DIXIT, V. **A review of computable general equilibrium modelling for transport appraisal**. In: CONFERENCE OF AUSTRALIAN INSTITUTES OF TRANSPORT RESEARCH, 2015, Melbourne. **Proceedings...** Melbourne: University of Melbourne, Feb. 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. 14, n. 1-2, p. 1-46, Oct. 1999.

_____. GTAP6inGAMS: the dataset and static model. In: APPLIED GENERAL EQUILIBRIUM MODELING FOR TRADE POLICY ANALYSIS IN RUSSIA AND THE CIS, 2005, Moscow. **Proceedings...** Moscow: The World Bank, 2005. Disponível em: <<https://bit.ly/3BccdcL>>.

RUTHERFORD, T. F., PALTSEV, S. V. **GTAPinGAMS and GTAP-EG**: global datasets for economic research and illustrative models. Boulder: University of Colorado, Sept. 2000. (Working Paper). Disponível em: <<https://bit.ly/3wZro7Q>>.

SCHNEPF, R. D.; DOHLMAN, E. N.; BOLLING, C. **Agriculture in Brazil and Argentina**: developments and prospects for major field crops. Washington: USDA, Nov. 2001. (Agriculture and Trade Report, n. 01-3).

SHAHRAKI, S. H.; BACHMANN, C. Designing computable general equilibrium models for transportation applications. **Transport Reviews**, v. 38, n. 6, p. 737-764, Jan. 2018.

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. 2013. 60 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.

TEIXEIRA, E. C.; PEREIRA, M. W. G.; GURGEL, A. C. (Org). **A estrutura do PAEG**. Campo Grande: Life Editora, 2013. 200 p.

TORRES, C. E. da G. Planejamento do transporte rodoviário em Minas Gerais: uma análise de equilíbrio geral computável incorporando o custo dos acidentes

para as rodovias BR-381, BR-262 e BR-116. **Planejamento e Políticas Públicas**, n. 40, p. 183-218, jan.-jun. 2013.

USDA – UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **Soybean transportation guide: Brazil 2015**. Washington: USDA, June 2016.

_____. **Soybean transportation guide: Brazil 2016**. Washington: USDA, May 2017.

_____. **Soybean transportation guide: Brazil 2017**. Washington: USDA, Sept. 2018.

_____. **Soybean transportation guide: Brazil 2019**. Washington: USDA, Aug. 2020.

_____. **Oilseeds: world markets and trade**. Washington: USDA, Jan. 2021a.

_____. **World agricultural production**. Washington: USDA, Jan. 2021b. (Circular Series, n. WAP 1-21).

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos 2017/2018**. Brasília: Conab, 2018a. v. 5, n. 12. 154 p.

GURGEL, A. C.; PEREIRA, M. W. G.; TEIXEIRA, E. C. **A estrutura do PAEG**. Viçosa: DER/UFV, dez. 2014. (Technical Paper, n. 1).

PORTOS do Brasil movimentam 98,6% das exportações em 2015. **Gov.br**, 13 jan. 2016. Disponível em: <<https://bit.ly/3Bjdq2Q>>. Acesso em: 3 mar. 2017.

SAKAMOTO, H. *et al.* CGE analysis of transportation cost and regional economy: East Asia and Northern Kyushu. **Regional Science Inquiry Journal**, v. 4, n. 1, p. 121-140, June 2012.

SOJA em números. **Embrapa**, [s.d.]. Disponível em: <<https://bit.ly/3Bfd9y0>> Acesso em: 3 mar. 2017.

USDA – UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **Soybean transportation guide: Brazil datasets**. Washington: USDA, [s.d.]. Disponível em: <<https://bit.ly/3BgPMUM>>. Acesso em: 13 mar. 2017.

Data da submissão em: 6 jun. 2020.

Primeira decisão editorial em: 22 abr. 2021.

Última versão recebida em: 18 abr. 2022.

Aprovação final em: 22 abr. 2022.