

IMPACTOS ECONÔMICOS REFERENTES A MAIOR UTILIZAÇÃO DAS HIDROVIAS NO RIO GRANDE DO SUL: UMA ABORDAGEM COM EQUILÍBRIO GERAL COMPUTÁVEL

Economic impacts referring to the biggest utilization of the Rio Grande do Sul waterways: an approach with computable general balance

Joel de Matos
Universidade Federal do Rio Grande
joel_thor@hotmail.com

Rodrigo da Rocha Gonçalves
rrochagoncalves@gmail.com

Guilherme da Penha Pinto
guilherme.penha.pinto@gmail.com

RESUMO

O estado do Rio Grande do Sul possui uma matriz de transportes altamente concentrada no modal rodoviário e carente de infraestrutura. Por isso, o objetivo deste artigo foi mensurar os impactos econômicos da maior utilização das hidrovias no estado. Nesse sentido, foi calibrado um modelo de equilíbrio geral computável inter-regional, denominado TRANSP-RS, com desagregação dos transportes de cargas. As simulações foram realizadas em três linhas: (i) redução da margem do transporte hidroviário; (ii) comparativo dos ganhos de produtividade dos transportes hidroviário, rodoviário e ferroviário; e (iii) redução do poder de tarifas. Os resultados indicaram que a redução das margens do transporte hidroviário no Rio Grande do Sul melhora a performance das principais variáveis macroeconômicas nacionais e regionais. Ademais, o transporte hidroviário pode oferecer retornos superiores aos do transporte rodoviário no tocante a investimentos.

PALAVRAS-CHAVE: Transporte Hidroviário. Equilíbrio Geral Computável. Impactos econômicos. Economia Regional.

ABSTRACT

The state of Rio Grande do Sul has a transport matrix highly concentrated in the road modal and lacking in infrastructure. Therefore, the aim of this article was to measure the economic impacts of increased use of waterways in the state. In this sense, an inter-regional computable general equilibrium model, called TRANSP-RS, was calibrated, with a breakdown of cargo transport. The simulations were carried out in three lines: (i) reduction of the waterway transport margin; (ii) comparison of productivity gains in waterway, road and waterway transport; and (iii) reduced tariff power. The results indicated that the reduction of waterway transport margins in Rio Grande do Sul improves the performance of the main national and regional macroeconomic variables. Furthermore, waterway transport can offer higher returns than road transport in terms of investments.

KEYWORDS: Waterway Transport. Computable General Equilibrium. Economic impacts. Regional Economy.

Classificação JEL: R42. D58. R13

Recebido em: 20-02-2022. Aceito em: 19-06-2022.

1 INTRODUÇÃO

Este trabalho busca analisar as possíveis estratégias para o desenvolvimento do setor de transportes no estado do Rio Grande do Sul (RS), a fim de melhorar a competitividade do RS em relação ao Brasil e ao mundo. Tem-se como foco o transporte hidroviário, por seu custo reduzido, seus ganhos de escala e sua baixa emissão de carbono (CUNHA, 2014), sendo que o estado do RS carece em desenvolver essa parte do seu sistema de transporte.

Segundo dados do Plano Estadual de logística do Rio Grande do Sul (PELT/RS, 2014), a matriz de transporte do estado é relativamente mais concentrada que a matriz nacional, pois o transporte rodoviário possui uma participação superior a 80% na totalidade de cargas transportadas. Conforme dados do Ministério do Transporte (MT, 2012), diariamente, grãos, carnes congeladas, móveis, entre outros, são transportados pelas estradas, totalizando em torno de 80% da movimentação do porto da cidade de Rio Grande, no Extremo Sul gaúcho, um dos maiores portos do país.

A hidrovía gaúcha tem uma imensa capacidade a ser explorada no quesito de navegação interna. Uma opção que diminuiria o uso das estradas seria, por exemplo, a utilização da Lagoa dos Patos, a maior hidrovía do país, na qual aproximadamente 220 km ligam a região Sul (Portos de Rio Grande e Pelotas) do estado até a região metropolitana de Porto Alegre com os Portos de Porto Alegre e Estrela (ANTAQ, 2016).

Ademais, o Plano Estadual de logística do Rio Grande do Sul (PELT-RS, 2014), aliado à extinta Superintendência de Portos e Hidrovias (SPH) do RS, com suas atribuições e competências atribuídas em 2017 à Superintendência do Porto de Rio Grande (SUPRG), tem um planejamento em vista da melhoria do canal de comunicação fluvial da Lagoa dos Patos em 300 km de área de navegação de cargas, o que acarretaria maior velocidade ao tráfego nesse segmento. Por isso, buscando minimizar as perdas econômicas dessa concentração e melhorar a logística de transportes do estado, almeja-se a maior utilização do transporte hidroviário, o qual possui, comparativamente, menor custo por km/tonelada e, além disso, exerce menor impacto ao meio ambiente (MT, 2012).

A análise de impactos econômicos advindos de melhorias em transporte pode ser mensurada com a utilização de diversas metodologias. Porém, a literatura econômica empírica concentra-se na utilização de modelos econométricos e modelos de equilíbrio geral computável (EGC). Para análises agregadas, essa última metodologia acaba por ser

mais apropriada, por considerar os efeitos indiretos entre os segmentos, como destacado por Bröcker (2002) e Robson, Wijayaratna e Dixit (2018). Assim, os modelos EGC, como aplicados na presente análise, permitem verificar os efeitos dessa política, simultaneamente, sobre: atividade econômica, renda, emprego, finanças públicas, exportação, desempenho de setores específicos e medidas de bem-estar.

Por esse motivo, os modelos de EGC são cada vez mais utilizados para analisar questões relacionadas a transportes, no que tange ao custo de transporte de mercadorias e de passageiros. Robson, Wijayaratna e Dixit (2018) mencionam que, nos modelos de EGC aplicados, as redes de transportes são incorporadas por meio de variáveis de tempo e dos custos financeiros de transporte no espaço e podem ter foco nacional, regional ou urbano. Nesse contexto, é possível derivar uma série de impactos advindos da política implementada; por exemplo, no nível de atividade econômica, nos níveis de emprego e salários, na distribuição espacial da renda, entre outros.

No Brasil, a utilização de modelos de EGC para questões de transporte é extensa; pode-se mencionar: Haddad e Domingues (2001); Almeida (2004); Haddad (2004); Araújo (2006); Domingues *et al.* (2010); Betarelli Júnior (2012); Torres (2013); Vassalo (2015), Campos e Haddad (2016) e Gonçalves (2018). A maior parte desses trabalhos utilizaram modelos de equilíbrio geral computável para analisar impactos de melhorias em transporte, principalmente, com foco no sistema de transporte rodoviário das regiões Sudeste e Norte.

O modelo adaptado (B-MARIA) pertence à família dos modelos de equilíbrio geral computável inter-regional, que são reconhecidos pela sua capacidade de captar os efeitos entre os setores da economia. Como o setor de transportes pode ser considerado um custo de produção para todos os outros setores da economia, o modelo utilizado deve ser dessa natureza, a fim de capturar o efeito que uma redução no custo do transporte nas demais variáveis.

Estruturalmente, este artigo é composto por quatro seções além desta introdução. Na seção dois apresentam-se a metodologia e a base de dados, buscando demonstrar as principais origens do modelo TRANSP-RS, as suposições teóricas, as regiões e os setores. Na seção três descrevem-se os cenários e as relações causais entre as variáveis. Por sua vez, na quarta seção apresentam-se os resultados e suas discussões. Por último, na seção cinco são indicadas as principais contribuições da pesquisa.

2 METODOLOGIA E DADOS

A principal teoria econômica na qual se baseiam os modelos de equilíbrio geral surgiu com Walras, mas o primeiro modelo aplicado foi a obra de Johansen (1960, apud FOCHEZATTO, 2005), responsável pela programação linear de certas equações não-lineares. Atualmente, diversas outras técnicas baseadas nesse conceito se encontram a disposição do pesquisador interessado.

Os modelos de EGC podem ser vistos como uma expansão da análise por matriz de insumo e produto, abarcando todos os agentes da economia, atendendo as necessidades de uma economia cada vez mais complexa e interligada além de permitir análises de longo prazo, os maiores problemas dos modelos EGC são a grande quantidade de dados necessária para realizar a análise e a necessidade de poder computacional para realizar os cálculos, ambos problemas que diminuem cada vez mais com a era da informática (mais pode ser visto em GUILHOTO, 1995).

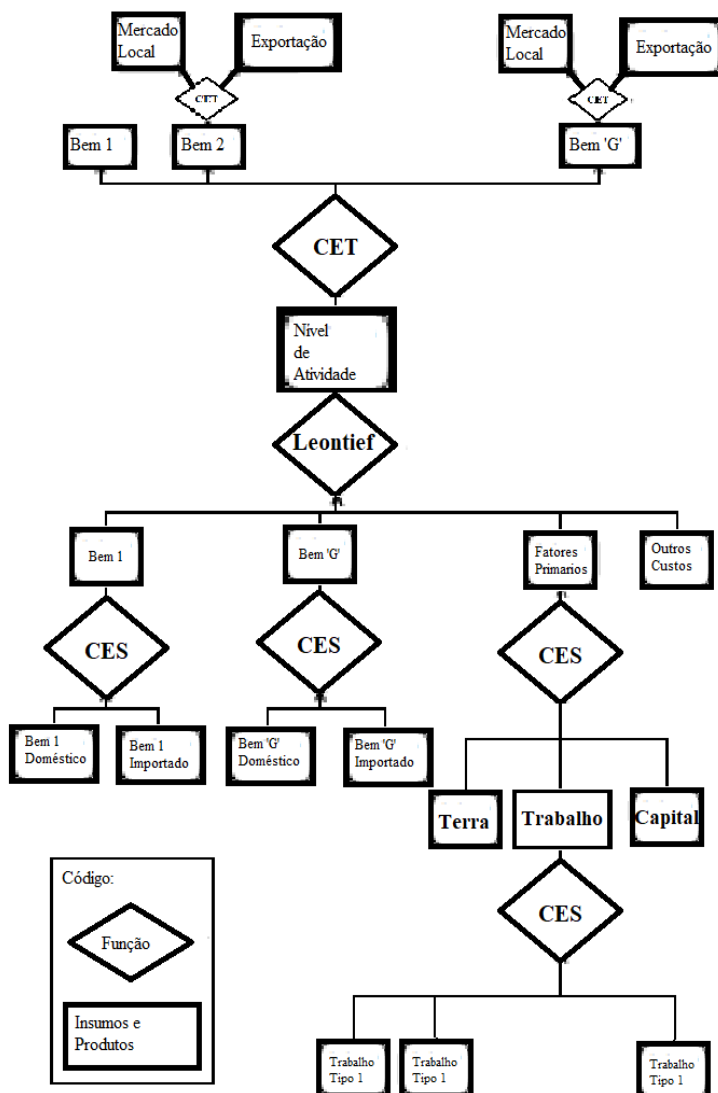
Pode-se ver em Perobelli (2004), que os métodos de equilíbrio geral tratam a economia como um sistema de mercados inter-relacionados, no qual o equilíbrio de todas as variáveis deve ser calculado simultaneamente. Perobelli (2004) ainda destaca os componentes essenciais da especificação neoclássica: (i) especificação dos agentes representativos, cujo comportamento deve ser analisado; (ii) identificação dos objetivos desses agentes; (iii) especificação do que os agentes utilizam como sinais para sua tomada de decisão; e, (iv) identificação do sistema econômico.

No Brasil, a modelagem por EGC começou com o modelo PAPA (Planejamento e Análise de Políticas Agrícolas), desenvolvido por Joaquim Guilhoto, em 1995. A partir desse modelo, com alguma inspiração dos modelos MONASH (PETER et al., 1996), Eduardo Haddad criou o modelo B-MARIA e o modelo B-MARIA-27. Muitos modelos surgiram a partir do modelo B-MARIA, incluindo o modelo B-MARIA-RS (PORSE, 2005), utilizado para a avaliação de políticas fiscais e o modelo TRANSP-RS utilizado nesse trabalho.

Os modelos da família B-MARIA calculam os seus agentes econômicos em um nível regional, seguindo uma abordagem no estilo MONASH, que parte do menor agregado comercial até o maior, uma abordagem conhecida como *bottom-up*, ou “de baixo para cima”. A estrutura parte do ninho inferior onde bens primários (trabalho, capital e terra) são utilizados para produzir fatores primários, partindo para o ninho secundário onde recursos nacionais e importados são consumidos para a produção de bens e finalmente o ninho superior onde esses bens são distribuídos nos mercados nacional e exterior. Essa estrutura é parte da composição do modelo ORANI, e se torna um pouco mais complicada quando

se estabelece que um modelo inter-regional como o B-MARIA precisa levar em conta a origem regional de seus fatores primários.

Figura 1 – Fluxograma do modelo ORANI

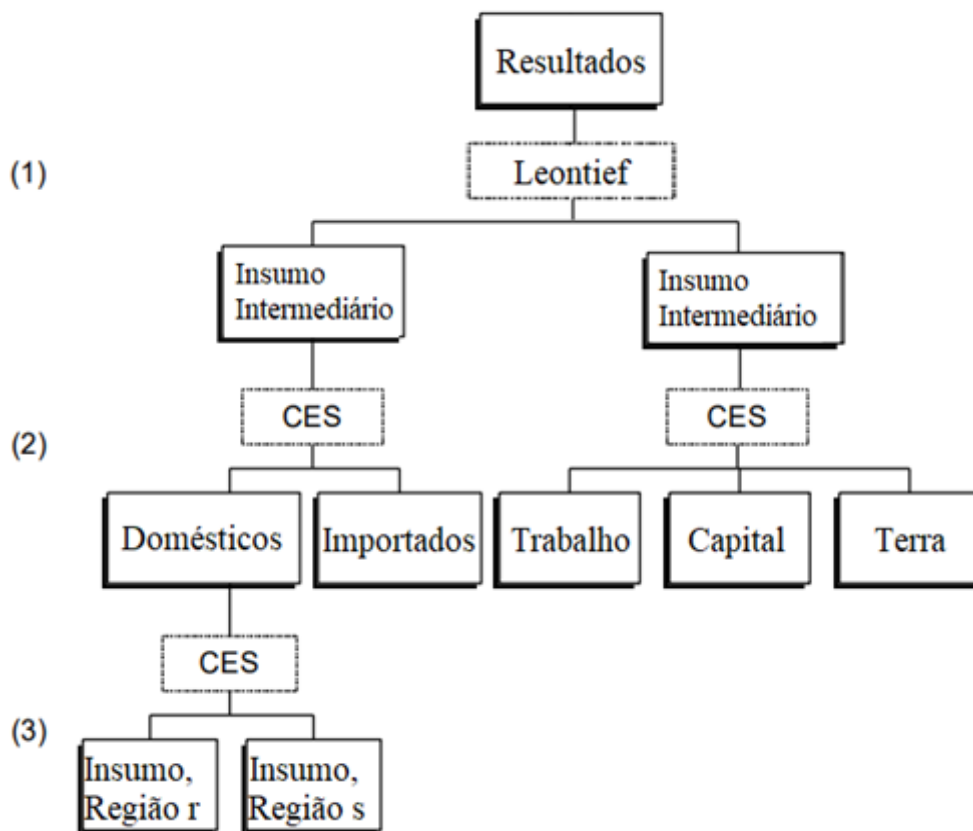


Fonte: Adaptada de Horridge (2014).

Além de adicionar o componente inter-regional, o modelo B-MARIA-27 ainda acrescentam retornos crescentes de escala, sendo um modelo adaptável que gerou a criação de diversos outros modelos, como o B-MARIA-PORT (desenvolvido para lidar com ganhos de eficiência na estrutura portuária e comércio exterior), B-MARIA-MG e B-MARIA-27-COM (HADDAD et al., 2007a, apud SANTOS, 2010; HADDAD et al., 2008b, apud

SANTOS, 2010; HADDAD; PEROBELLI, 2008, apud SANTOS, 2010). A Figura 2 demonstra como os retornos crescentes de escala são tratados no modelo B-MARIA 27.

Figura 2 – Retornos crescentes de escala no modelo B-MARIA-27



Fonte: Haddad (2020, p. 3).

Na estrutura do modelo TRANSP-RS, utilizam-se definições microeconômicas de oferta e demanda dos agentes e assume-se concorrência perfeita, a definição das equações corresponde aquela presente no modelo B-MARIA, usando o conceito de maximização de utilidade e minimização de custos. O software utilizado para realização desse modelo é o GEMPACK, assim como a maioria dos modelos da família B-MARIA, baseando-se na versão do B-MARIA adaptado para a economia Mexicana em 2020.

A estrutura do modelo conta com os seguintes módulos de equações: 1) núcleo central de produção, consumo e equilíbrio de mercado; 2) mercado de trabalho e migração regional; 3) finanças públicas; 4) acumulação de capital e investimento e 5) outras especificações. Em resumo, são representados 26 setores, 6 demandantes finais (produtores, investidores, famílias, exportadores, governos Federal e Regional, e

estoques), 2 fatores produtivos (trabalho e capital), 5 fontes para os insumos intermediários (município principal, arranjo populacional, resto do estado, resto do Brasil e resto do mundo) e 6 margens (uma de comércio e cinco de transporte). Tecnicamente, “Terra” como um fator produtivo ainda consta na programação do modelo, mas foi anulada quando o modelo foi alimentado com os dados.

A família B-MARIA destaca-se na interação de dados econômicos com variáveis demográficas, Porsse (2005) salienta que no módulo de mercado de trabalho e migração regional, a população regional é definida pela interação de variáveis demográficas, estabelecendo uma conexão entre população e oferta de trabalho. Considera-se a especificação da oferta de trabalho como sendo determinada por diferenças inter-regionais de salário ou por taxas de desemprego regional, conjuntamente com variáveis demográficas.

O modelo TRANSP-RS foi calibrado com a Matriz de Insumo-Produto Inter-regional do estado do RS estimada pelo Núcleo de Economia Regional e Urbana (NEREUS da USP), além de alguns dados (população, migração regional e inter-regional e demanda e oferta por emprego regional) disponíveis no IBGE (2020). A tabela 1 a seguir mostra alguns dados básicos das divisões dos dados das regiões analisadas:

Tabela 1 – Regiões do modelo, dados de 2015

Região (R)	Descrição	Municípios	PIB	PIB (%)	População	População (%)
1	Município de Porto Alegre	1	68.132.502	1,14%	1.476.867	0,72%
2	Arranjo Populacional de POA	11	51.744.774	0,86%	1.590.496	0,78%
3	Restante do RS	485	262.115.314	4,37%	8.180.609	4,00%
4	Restante do Brasil	5.073	5.613.794.408	93,63%	193.202.077	94,50%
	BRASIL	5.570	5.995.786.998	100,00 %	204.450.049	100,00%

Fonte: Adaptado de Haddad, Araújo e Perobelli (2020).

Elasticidades e demais coeficientes presentes no modelo original foram atualizados, esse processo foi feito utilizando a literatura nacional. No tocante a decomposição regional dos transportes, foram utilizados dados: do Ministério dos Transportes, da Matriz Insumo-Produto nacional de 2015 (a última matriz oficial divulgada pelo IBGE), da Relação Anual de Informações Sociais (RAIS-2015) e do Plano Estadual de Logística do Rio Grande do Sul (PELT-RS).

3 DESCRIÇÃO DAS SIMULAÇÕES

É possível observar na literatura que diversas questões afetam o transporte de cargas, tais como: infraestrutura, regulamentação e carga tributária, as quais são importantes para a determinação dos preços de transporte, uma vez que influenciam o preço dos produtos, pois embora os transportes sejam considerados o seu próprio setor econômico, eles também são vistos como um custo de produção para o resto da economia.

Como observado pelo PELT-RS, o transporte no RS é fortemente dependente do modal rodoviário, apesar deste ser considerado mais caro e emitir mais carbono (CUNHA, 2014), sendo que uma avaliação dos retornos oferecidos pelos outros modais se torna necessária para a implementação de políticas públicas.

Sendo que o modal hidroviário apresenta o menor custo de produção por quilômetro de via (CUNHA, 2014 e GONÇALVES, 2018), dessa forma, seis cenários foram elaborados envolvendo o investimento nesse setor. O primeiro quantifica os impactos econômicos oriundos da redução das margens de transporte em R2 e R3. O segundo avalia os impactos de ganhos de produtividade no transporte hidroviário em R2 e R3. Por sua vez, o terceiro verifica os efeitos da diminuição no poder das tarifas, em R2 e R3, com o objetivo de mensurar se uma diminuição de impostos seria relevante a discussão ou se o principal problema é a falta de infraestrutura no setor.

Por outro lado, os demais cenários realizam choques sobre o modal rodoviário e ferroviário, além de um choque sobre a região com a maior densidade populacional. O objetivo desses cenários é permitir uma comparação entre os efeitos do transporte hidroviário com os efeitos de outros modais.

Quadro 1 – Política de transportes e efeitos na redução dos custos de transporte

Cenário	Descrição	Tipo de choque	Região de implementação do choque
1	Choques de margens no transporte hidroviário	Redução de 10% na margem técnica e na demanda final	Arranjo populacional de Porto Alegre e restante do estado do RS
2	Choque na produtividade do capital do setor Hidroviário	Aumento da produtividade do capital em 10%	Arranjo populacional de Porto Alegre e restante do estado do RS
3	Choque de poder das tarifas sobre o transporte Hidroviário	Redução de 10% sobre o poder das tarifas	Arranjo populacional de Porto Alegre e restante do estado do RS
4	Choque na produtividade do	Aumento da produtividade do capital	Arranjo populacional de Porto Alegre e restante do estado do

	capital do setor Rodoviário	em 10%	RS
5	Choque na produtividade do capital do setor Ferroviário	Aumento da produtividade do capital em 10%	Arranjo populacional de Porto Alegre e restante do estado do RS
6	Choque na produtividade do capital dos setores Rodoviário, Ferroviário e Hidroviário	Aumento da produtividade do capital em 10%	Município de Porto Alegre

Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

O aumento na produtividade do capital é utilizado como uma forma de simular a melhoria na infraestrutura do modal de transporte, o choque aplicado nos cenários não leva em conta os custos da produção, sendo o mesmo choque aplicado para todos os tipos de transporte, na análise dos resultados será usado um custo estimado com base naquele oferecido por Gonçalves (2018).

3.1 Relações causais

Segundo a literatura, as margens de comércio e transporte podem ser vistas como um custo sobre a produção de bens, surgido da distância entre o produtor e o consumidor e sendo afetado pela geografia da região tanto quanto pela infraestrutura da região. Entretanto, essa não é a única influência dos transportes sobre a sociedade, por exemplo, é notado que durante a colonização dos Estados Unidos da América (EUA) a construção de ferrovias foi realizada não apenas como uma forma de transportar carga, mas também como uma forma de aumentar o valor de terras (SILVEIRA, 2003).

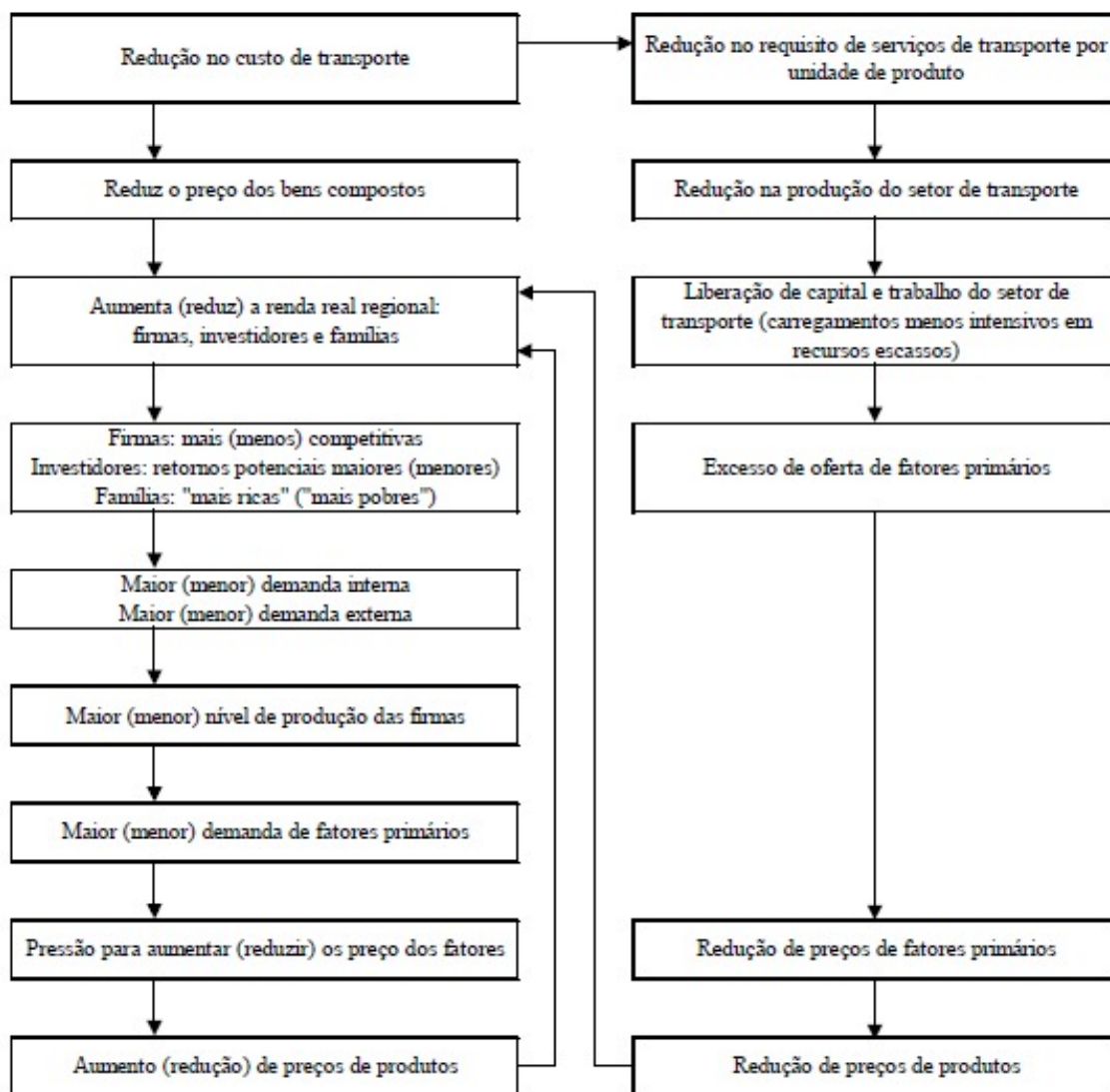
De fato, como a teoria econômica aceita que o valor de um produto não é definido apenas pela sua existência, mas sim pela sua disponibilidade, de forma que quando o transporte altera a disponibilidade de um item em determinada região ele está produzindo uma mudança economicamente significativa do produto, mesmo que o produto não sofra uma alteração física (IBGE, 2008; IBGE, 2016)

A relação entre o consumo intermediário e as margens de transporte possui algumas relações interessantes, pois quando o consumo aumenta o gasto com transporte tende a aumentar junto com ele, porém quando o custo do transporte diminui o consumo tende a aumentar, sendo que os efeitos dessas alterações para a balança comercial não é um consenso, algumas regiões sofrem efeitos positivos sobre a balança comercial quando seu custo de transporte diminui enquanto em outras regiões o contrário acontece, muitos

trabalhos podem ser utilizados para validar essa afirmação, incluindo Haddad e Domingues (2001).

A figura 3 mostra como os modelos da família B-MARIA calculam uma mudança no custo dos transportes, esclarecendo melhor essas relações:

Figura 3 – Relações causais do custo de transporte nos modelos EGC



Fonte: Haddad (2004, p. 102).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após realizar o teste de homogeneidade e demais verificações necessárias (Matos, 2021), foram elaboradas tabelas com os resultados das simulações. A tabela 2 mostra os impactos sobre as variáveis macroeconômicas, pode-se observar que os resultados concordam com a literatura, sendo que uma melhoria no setor de transportes acarreta o

aumento do PIB, diminuição da taxa de desemprego, aumento do consumo das famílias e no emprego agregado. Ademais, a redução das margens do transporte hidroviário e ganhos de produtividade dos transportes hidroviário, ferroviário e rodoviário proporcionam uma melhora na performance macroeconômica da economia nacional.

Muitos desses efeitos podem ser vistos em outros trabalhos da área (como HADDAD, 2004), mas é interessante notar que o volume de importação aumenta na maioria dos cenários de longo prazo, enquanto o de exportação diminui ao longo prazo, indicando que uma melhoria no transporte pode não indicar uma melhoria na balança comercial. O contrário acontece no curto prazo, onde gastos do governo e investimentos são exógenos, e os efeitos sobre as exportações são majoritariamente positivos enquanto os efeitos sobre as importações são negativos.

Assim como o PIB, o emprego por indústria também tende a crescer quando ocorre uma melhoria no setor dos transportes, entretanto isso não é verdade para todas as indústrias, algumas delas são substituídas pelo aumento nas importações, a tabela 2 mostra as relações que foram obtidas para cada um dos cenários.

A redução nos custos de transporte gera uma redução no preço dos produtos indexados pelo PIB na maioria dos cenários. Outro resultado interessante é o fato de que o volume de importação aumenta na maioria dos cenários de longo prazo, enquanto o de exportação diminui a longo prazo, indicando que uma melhoria no transporte pode não indicar uma melhoria na balança comercial a longo prazo. O contrário acontece a curto prazo, onde gastos do governo e investimento são exógenos, e os efeitos sobre as exportações são majoritariamente positivos enquanto os efeitos sobre as importações são negativos.

Analisando os resultados em termos quantitativos, no cenário 1, um choque de redução na margem no transporte hidroviário de 10% aumenta o PIB real nacional em 0.002761% no curto prazo e em 0.005861% a longo prazo. Além disso, a curto prazo, o consumo real das famílias, emprego, volume de exportações e nível de atividade econômica aumentam em 0.003483%, 0.003308%, 0.004338% e 0.001649% respectivamente. No longo prazo, os aumentos foram de 0.011318% no consumo real das famílias, 0.000288% no emprego e 0.003589% no nível de atividade.

Além disso, quando se compara os resultados macroeconômicos, considerando as necessidades de investimentos por modal (cenários 2, 4 e 5) no PELT-RS (2018), constata-se que o transporte hidroviário gera os maiores impactos macroeconômicos em termos de necessidades de gastos com melhorias na infraestrutura no curto e no longo prazo. Por sua

vez, a redução no poder de tarifas (cenário 3) proporciona melhores benefícios macroeconômicos no longo prazo, uma vez que no curto prazo o setor público é afetado pela redução imediata da arrecadação.

Tabela 2 – Resultados macroeconômicos parte 1

Variáveis macro	Cenário 1		Cenário 2		Cenário 3	
	Curto prazo	Longo prazo	Curto prazo	Longo prazo	Curto prazo	Longo prazo
Taxa de desemprego	- 0.003055	- 0.000062	- 0.001049	- 0.000018	0.003090	-0.000004
Consumo real das famílias	0.003483	0.011318	0.001181	0.003658	- 0.003328	0.003818
Emprego de pessoas	0.003308	0.000288	0.001136	0.000083	- 0.003346	0.000018
Volume de exportação	0.004338	- 0.005987	0.001294	- 0.002021	0.027038	0.030549
PIB real	0.002761	0.005861	0.000958	0.001948	- 0.002932	0.002609
Volume de importação	0.001062	0.009283	- 0.000401	0.002184	- 0.005832	-0.001442
Nível de atividade	0.001649	0.003589	0.000569	0.001190	- 0.001763	0.003537
Comércio inter-regional a preço indexado	- 0.000468	0.008784	- 0.000901	0.002103	- 0.022282	-0.021955

Tabela 2 – Resultados macroeconômicos parte 2

Variáveis macro	Cenário 4		Cenário 5		Cenário 6	
	Curto prazo	Longo prazo	Curto prazo	Longo prazo	Curto prazo	Longo prazo
Taxa de desemprego	- 0.001672	- 0.000121	- 0.001245	- 0.000024	- 0.000128	-0.000006
Consumo real das famílias	0.002094	0.012683	0.001410	0.004315	0.000121	0.000736
Emprego de pessoas	0.001810	0.000558	0.001348	0.000112	0.000139	0.000034
Volume de exportação	0.009427	0.000737	0.001367	- 0.002448	0.000521	-0.000268
PIB real	0.003258	0.008323	0.001106	0.002269	0.000185	0.000470
Volume de importação	- 0.008292	0.002105	- 0.000336	0.002702	- 0.000410	0.000181
Nível de atividade	0.000797	0.004673	0.000671	0.001406	0.000095	0.000310
Comércio inter-regional a preço indexado	- 0.005865	0.003978	- 0.000891	0.002597	- 0.000334	0.000228

Fonte: Elaborada pelos autores (2021).

4.1 Resultados regionais

A tabela 3 demonstra os resultados regionais com o ganho de tarifas agregado, uma vez que o investimento na infraestrutura de transporte é atribuído ao governo, embora seja possível reduzir o gasto utilizando Parcerias Público Privadas (PPP). Araújo (2006) ressalta que embora as PPP's sejam uma forma perfeitamente válida de financiamento para obras estatais, há uma grande necessidade de estudos informando quais os retornos esperados dessas obras e quais delas oferecem os melhores ganhos.

Note que os resultados da tabela 3 são em sua maioria positivos, apenas o cenário 3 apresenta uma perda significativa no ganho de tarifas, isso ocorre porque este cenário é aquele no qual o poder das tarifas recebeu o choque, nesse cenário o aumento dos ganhos pela melhoria causada na economia não foi capaz de suprir a perda que o corte na cobrança de tarifas gerou. Esse efeito desqualifica o cenário 3 como uma proposta de ação para o governo estadual do RS, a crise econômica inviabiliza a proposta.

Semelhante ao esperado em outros modelos inter-regionais, a região onde os choques acontecem tem uma forte tendência a ser aquela mais afetada (FARIA, 2009), embora esse não seja um consenso da teoria econômica, Domingues *et al.* (2010) argumenta que o investimento em transportes afeta mais os estados desenvolvidos (durante o curto prazo) e não garantem uma redução nas desigualdades socioeconômicas.

No cenário 1, a região mais afetada é o “restante do estado”, com um aumento de 0.021414% no curto prazo (CP) e de 0.049284% no longo prazo (LP). No cenário 2, o “restante do arranjo” é o melhor beneficiado, com um aumento de 0.007761% no CP e de 0.018041% no LP. O cenário 4 apresenta apenas quedas no CP, porém, no LP, a região mais afetada é o resto do arranjo, com um crescimento de 0.046622%. No cenário 5 o restante do arranjo obtém um crescimento de 0.006887% no CP e de 0.020265% no LP. O cenário 6 afeta principalmente o município principal, com 0.005012% de crescimento no CP e de 0.020472% no LP.

Tabela 3 – Ganhos de tarifas agregadas

Ganho de tarifas agregadas	Cenário 1		Cenário 2		Cenário 3	
	Curto prazo	Longo prazo	Curto prazo	Longo prazo	Curto prazo	Longo prazo
Munic_Princ	0.000157	0.013891	- 0.000056	0.004198	- 0.795514	-0.792970

Rest_Arranj	0.020882	0.047233	0.007761	0.018041	-	-0.259859
					0.264436	
Restante_UF	0.021414	0.049284	0.006055	0.014242	-	-0.498517
					0.503003	
Restante_BR	-	0.006767	-	0.001067	-	-0.664167
	0.000905		0.001332		0.668043	
Ganho de tarifas agregadas	Cenário 4		Cenário 5		Cenário 6	
	Curto prazo	Longo prazo	Curto prazo	Longo prazo	Curto prazo	Longo prazo
Munic_Princ	-	-	-	0.003710	0.005012	0.020472
	0.046959	0.026320	0.001618			
Rest_Arranj	-	0.046622	0.006887	0.020265	-	-0.001738
	0.024705				0.003536	
Restante_UF	-	0.035546	0.005499	0.015690	-	-0.000577
	0.022207				0.001707	
Restante_BR	-	-	-	0.001501	-	-0.000018
	0.010390	0.002810	0.001269		0.000501	

Fonte: Elaborada pelos autores (2021).

No Tocante ao Produto Regional Bruto (PRB) (tabela 4), os resultados mostram um aumento em todos os cenários a exceção do terceiro, sendo que as regiões mais afetadas tendem a ser aquelas onde o choque aconteceu. Esses resultados corroboram com os de Gonçalves (2018), embora sejam menores do que o esperado. No cenário 1, o “restante do estado” possui um aumento de 0.02011% no CP e 0.048374% no LP. No cenário 2 o destaque é no “restante do arranjo” (0.005204% no CP e 0.017214% no LP). Os cenários 4 e 5 apresentam o seu maior ganho no “restante do estado”, variando entre 0.008408% no CP do cenário 5 e 0.133245% no LP do cenário 4. O cenário 6 afeta principalmente a capital do estado, atingindo um aumento de 0.024579% no LP.

Tabela 4 – Produto Regional Bruto parte 1

Produto Regional Bruto	Cenário 1		Cenário 2		Cenário 3	
	Curto prazo	Longo prazo	Curto prazo	Longo prazo	Curto prazo	Longo prazo
Munic_Princ	0.005174	0.022332	0.001241	0.006456	-	0.002033
					0.002032	
Rest_Arranj	0.015427	0.045356	0.005204	0.017214	-	0.004942
					0.002247	
Restante_UF	0.020110	0.048374	0.004324	0.012721	-	0.004992
					0.002168	
Restante_BR	0.001817	0.003334	0.000772	0.001271	-	0.002546

					0.002959
--	--	--	--	--	----------

Fonte: Elaborada pelos autores (2021).

Tabela 4 – Produto Regional Bruto parte 2

Produto Regional Bruto	Cenário 4		Cenário 5		Cenário 6	
	Curto prazo	Longo prazo	Curto prazo	Longo prazo	Curto prazo	Longo prazo
Munic_Princ	0.008831	0.047618	0.002014	0.009242	0.008754	0.024579
Rest_Arranj	0.053079	0.133245	0.008408	0.023962	0.001427	0.003401
Restante_UF	0.036547	0.095877	0.006671	0.017172	0.000490	0.001673
Restante_BR	0.001308	0.002814	0.000784	0.001316	0.000064	0.000104

Fonte: Elaborada pelos autores (2021).

O próximo indicador a ser observado é o valor agregado da produção (Tabela A.1 no apêndice), ele também é positivo na maioria dos cenários (concordando com Araújo (2006)), os efeitos de transbordamento da região afetada pelos choques tendem a ser positivos, mas os resultados ainda mostram que a região onde os choques foram aplicados é aquela mais afetada. A região mais afetada no cenário 1 é o “restante do estado”, ou seja, uma das áreas onde o choque foi aplicado, atingindo 0.043456% no LP; no cenário 2 é o restante do arranjo populacional, alcançando 0.016939% de aumento no LP. O cenário 4 afeta mais o “restante do estado” no CP (0.020813%) e o “resto do arranjo” no LP (0.102856%), novamente, ambas as regiões onde ocorrem o choque. O cenário 5 afeta principalmente o “restante do arranjo”, chegando a 0.022516% no LP.

A tabela 5 mostra o emprego agregado por região do modelo. Observe que o sistema permite mudança na mão de obra com base nas alterações regionais. No cenário 1, a região mais beneficiada foi o “restante do estado”, com um crescimento de até 0.036773% no LP. Nos cenários 2, 4 e 5, o “restante do arranjo” foi o mais beneficiado, atingindo 0.081712% no LP. No cenário 6, a região que recebe os maiores benefícios é POA, com um crescimento de 0.024718% no LP.

Tabela 5 – Emprego agregado parte 1

Emprego agregado	Cenário 1		Cenário 2		Cenário 3	
	Curto prazo	Longo prazo	Curto prazo	Longo prazo	Curto prazo	Longo prazo
Munic_Princ	0.006061	0.015708	0.001728	0.004315	- 0.003536	0.000043
Rest_Arranj	0.022583	0.034108	0.009783	0.013602	- 0.001671	0.002136

Restante_UF	0.028837	0.036773	0.008801	0.010414	- 0.000846	0.002454
Restante_BR	0.001817	- 0.001997	0.000666	- 0.000597	- 0.003486	-0.000124

Fonte: Elaborada pelos autores (2021).

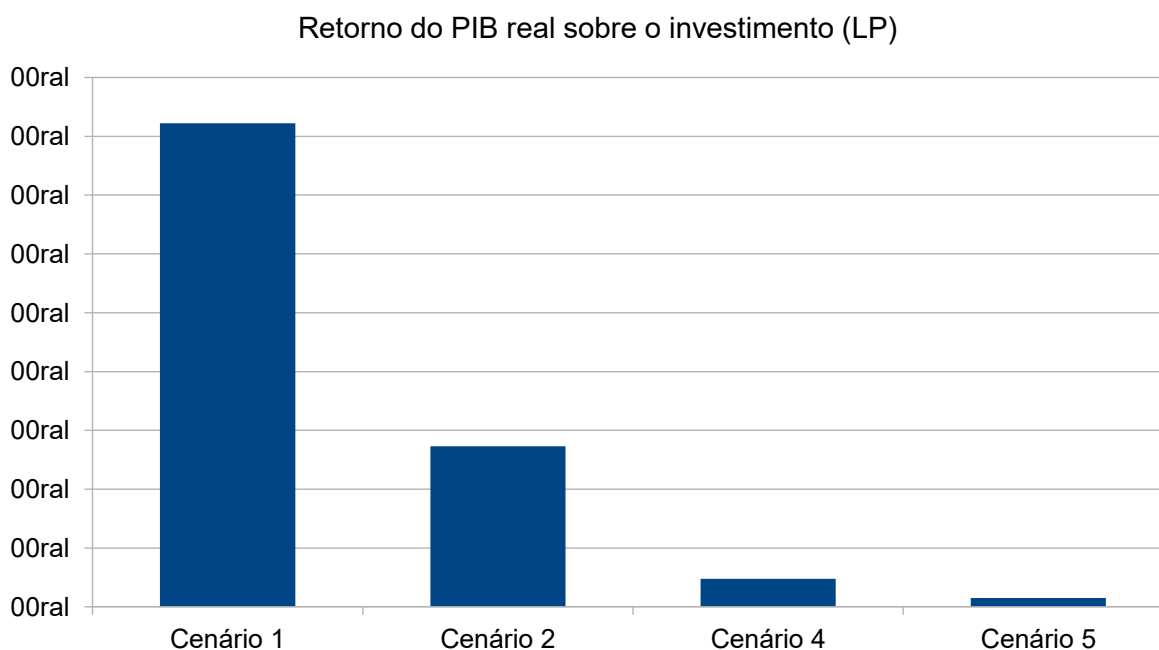
Tabela 5 – Emprego agregado parte 2

Emprego agregado	Cenário 4		Cenário 5		Cenário 6	
	Curto prazo	Longo prazo	Curto prazo	Longo prazo	Curto prazo	Longo prazo
Munic_Princ	- 0.001294	0.028281	0.002470	0.006370	0.014902	0.024718
Rest_Arranj	0.039154	0.081712	0.013277	0.018313	- 0.000769	0.001419
Restante_UF	0.043775	0.070650	0.011857	0.013917	0.000085	0.000848
Restante_BR	- 0.000615	- 0.003957	0.000701	- 0.000804	0.000016	-0.000242

Fonte: Elaborada pelos autores (2021).

Por último, o gráfico 1 possibilita comparar os resultados dos cenários (1, 2, 4 e 5) em relação ao seu retorno sobre o PIB, ele é composto pelo retorno sobre o PIB real esperado do cenário dividido pelo custo estimado do investimento (baseado em Gonçalves (2018)), mostrando assim que o transporte hidroviário oferece o melhor retorno comparado com o custo do investimento.

Gráfico 1 – Retornos ponderados



Fonte: Elaborada pelos autores (2021).

É possível então observar que o transporte hidroviário oferece o melhor retorno para o investimento do estado, uma vez que o transporte de modal rodoviário está mais próximo do seu ponto de saturação e o modal ferroviário possui um custo de entrada superior. Embora ainda seja necessário realizar pesquisas entre diferentes projetos para o desenvolvimento dos modais, o modal hidroviário é aquele com maior potencial de retorno e mais recursos deveriam ser destinados ao seu desenvolvimento. Note que a diferença entre o cenário 1 e o cenário 2 é um choque no consumo intermediário, este vem a ser um resultado bem documentado na literatura econômica de EGC.

5 CONCLUSÃO

Este trabalho teve por objetivo mensurar as possíveis estratégias para o desenvolvimento do setor dos transportes no estado do Rio Grande do Sul, a fim de melhorar a competitividade em relação ao Brasil e ao mundo. Os resultados indicam quais retornos são oferecidos pelos investimentos em modais de transporte no estado do RS, verificando que o modal hidroviário é realmente um dos modais com as melhores perspectivas de retorno pelo investimento.

As conclusões possíveis não se afastam daquelas oferecidas pela literatura, sendo que concordam com os outros resultados obtidos pelos modelos EGC descendentes da família B-MARIA. A região onde os choques aconteceram tem uma forte tendência a ser

aquela com os melhores resultados e as regiões próximas obtêm um efeito transbordamento maior do que as regiões mais distantes.

Os resultados obtidos com o cenário 3 (ganhos de tarifas) também são interessantes, apesar de serem os piores resultados para a economia obtidos no modelo, eles corroboram com a ideia de Cunha (2014), isso significa que embora problemas legislativos sejam um fator que contribui para os problemas do modal, o maior empecilho ainda é a falta de infraestrutura.

Quando se realiza a comparação entre os diferentes modais de transporte, o maior efeito sobre o PIB foi claramente aquele obtido no cenário 4 (transporte rodoviário), entretanto, quando se consideram os benefícios gerados pelo custo do investimento, observa-se que o modal hidroviário possui os melhores retornos. Esses resultados fazem sentido segundo a teoria da utilidade marginal, sendo que a alta produção de transporte rodoviário diminui a utilidade de mais transporte rodoviário. O transporte ferroviário, por outro lado, apresenta retornos piores, principalmente em virtude do seu alto custo de realização de melhorias na infraestrutura.

Em linhas gerais, os resultados indicam que a maior utilização do transporte hidroviário no Rio Grande do Sul melhora a performance das principais variáveis macroeconômicas da economia nacional e regional. Dessa forma, entende-se a importância da formulação de políticas públicas para a maior exploração do potencial hidroviário do estado.

Por fim, destaca-se que a análise de investimentos em transporte nunca vai se tornar um livro fechado, alterações nos investimentos e nas tecnologias sempre vão gerar mudanças no setor. Além disso, o plano de investimentos da PELT-RS foi elaborado até o ano de 2024, sendo que logo a análise dos próximos investimentos vai se mostrar necessária para a boa gestão dos recursos públicos. A elaboração de modelos e cenários baseados nos próximos projetos pode se mostrar útil para a elaboração de PPP's, assim como para a priorização das obras mais relevantes para a economia do estado.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, E. S. Duplicação da rodovia Fernão Dias: uma análise de equilíbrio geral. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA, 32., 2004. **Anais** [...]. 2004. São Paulo: Núcleo de Economia Regional e Urbana da Universidade de São Paulo, 2004. Disponível em: <http://www.anpec.org.br/encontro2004/artigos/A04A130.pdf>. Acesso em: 18 maio 2021.

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES AQUAVIÁRIOS (ANTAQ). **Anuários Estatísticos do Transporte Aquaviário**. Brasília: ANTAQ, 2016. Disponível em:

<http://web.antaq.gov.br/portaltv3/PDF/Anuarios/ApresentacaoAnuario2016.pdf>. Acesso em: 12 mar. 2019.

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES AQUAVIÁRIOS (ANTAQ). **Anuário Estatístico de 2019**. Brasília: ANTAQ, 2019. Disponível em: <http://portal.antaq.gov.br/wp-content/uploads/2020/02/Anu%C3%A1rio-2019-vFinal-revisado.pdf>. Acesso em: 19 maio 2021.

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

BETARELLI JÚNIOR, A. A. B. **Análise dos modais de transporte pela ótica dos blocos comerciais: uma abordagem intersetorial de insumo-produto**. Rio de Janeiro: Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social, 2012. Disponível em: https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/4807/3/Premio%20BNDES_32_An%c3%a1lise%20dos%20modais%20de%20transporte%20pela%20%c3%b3tica%20dos%20blocos%20comerciais_P.pdf. Acesso em: 18 maio 2021.

BRÖCKER, J. Passenger flows in cge models for transport project evaluation. *In: CONGRESS OF THE EUROPEAN REGIONAL SCIENCE ASSOCIATION*, 42., 2002. **Proceedings** [...]. Dortmund: ERSa Congress, 2002.

CAMPOS, R. C.; HADDAD, E. A. avaliação dos impactos espaciais do sistema viário oeste-Bahia: uma abordagem a partir da modelagem de equilíbrio geral computável. fonte: **Revista Brasileira de Economia de Empresas**, v. 16, n. 2, p. 25-47, 2016.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DOS TRANSPORTES (CNT). **Transporte em Números**. Brasil, dezembro de 2019. Disponível em: <https://cdn.cnt.org.br/diretorioVirtualPrd/ea14e970-c1e2-455e-950b-88a956467812.pdf>. Acesso em: 28 maio 2021.

CUNHA, G. T. **Navegação hidroviária no interior do RS: vantagem econômica comparada aos outros modais e implementação do calado sazonal**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014.

DOMINGUES, E. P. *et al.* Redução das desigualdades regionais no Brasil: os impactos de investimentos em transporte rodoviário. *In: ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA*, 38., 2010. **Anais** [...]. Recife: ANPEC, 2010.

FARIA, W. R. **Efeitos regionais de investimentos em infraestrutura de transporte rodoviário**. Dissertação (Mestrado em Economia) – Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional, Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.

FOCHEZATTO, A. Modelos de equilíbrio geral aplicados na análise de políticas fiscais: uma revisão da literatura. **Análise**, Porto Alegre, v. 16, n. 1, p. 113-136, 2005.

GONÇALVES, R. R. **Avaliação de impactos econômicos de melhorias em transporte no Rio Grande do Sul**: uma abordagem com equilíbrio geral dinâmico. Tese (Doutorado em Economia do Desenvolvimento) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018.

GUILHOTO, J. **Um modelo computável de equilíbrio geral para planejamento e análise de políticas agrícolas (papa) na economia brasileira**. Tese (Livre Docência em Economia) – University Library of Munich, Monique, 1995.

HADDAD, E. A. **Modelo B-MARIA**: “A Saga”. [material didático]. São Paulo: Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas, 2020.

HADDAD, E. A. **Retornos crescentes, custos de transporte e crescimento regional**. Tese (Doutorado em Economia) – Departamento de Economia, Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

HADDAD, E.; DOMINGUES, E. EFES: um modelo aplicado de equilíbrio geral para a economia brasileira: projeções setoriais para 1999-2004. **Estudos Econômicos**, v. 31, n. 1, p. 89-125, 2001.

HADDAD, E. A.; ARAÚJO, I. F.; PEROBELLI, F. S. **Matriz Inter-regional de Insumo-Produto para o Arranjo Populacional de Porto Alegre, 2015**. São Paulo: Núcleo de Economia Regional e Urbana da USP – NEREUS; Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas – FIPE 2020.

HORRIDGE M., **ORANI-G**: a general equilibrium model of the australian economy. CoPS/IMPACT Working Paper Number OP-93. Victoria: Centre of Policy Studies, Victoria University, 2014. Disponível em: www.copsmodels.com/elecpar/op-93.htm. Acesso em: 19 maio 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Demográfico**. Brasília: IBGE, 2020. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/22827-censo-2020-censo4.html?=&t=downloads>. Acesso em: 28 maio 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Sistema de Contas Nacionais**. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2008.

MINISTÉRIO DA ECONOMIA. **Estatísticas Comércio Exterior**. 2020. Disponível em: <http://www.mdic.gov.br/comercio-exterior/estatisticas-de-comercio-exterior/>. Acesso em 16 set. 2020.

MINISTÉRIO DA INFRAESTRUTURA. **Plano mestre do complexo portuário Rio Grande e Pelotas**. v. 1. Brasília; Florianópolis: Ministério da Infraestrutura; Universidade Federal de Santa Catarina; Laboratório de Transportes e Logística, 2020. Disponível em: http://antigo.infraestrutura.gov.br/images/2020/documentos/01/plano_mestre/RIG_PET_VF_Vol1.pdf. Acesso em: 19 maio 2021.

MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES (MT). **Projeto de Reavaliação de Estimativas e Metas do PNLT**: Relatório final. Brasília: Secretaria de Política Nacional de Transportes, 2012.

PEROBELLI, F. **Análise espacial das interações econômicas entre os estados brasileiros**. Tese (Doutorado em Economia) – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo: USP, 2004.

PETER, M. W. *et al.* **The Theoretical Structure Of MONASH-MRF**. Preliminary Working Paper n. OP-85, IMPACT Project. Clayton: Monash University, 1996. Disponível em: <https://www.copsmodels.com/ftp/workpapr/op-85.pdf>. Acesso em: 19 maio 2021.

PLANO ESTADUAL DE LOGÍSTICA E TRANSPORTES DO RIO GRANDE DO SUL (PELT/RS). **Relatório Parcial com as Hipóteses de Referência**. Porto Alegre: Secretaria de Infraestrutura e Logística, 2014. Disponível em: <http://www.pelt-rs.stm.rs.gov.br/images/produtos/Produto%209.1.pdf>. Acesso em: 11 jan. 2016.

PLANO ESTADUAL DE LOGÍSTICA E TRANSPORTES DO RIO GRANDE DO SUL (PELT/RS). **Produto P 9.2**: Relatório Cenários Prospectivos. v. 1. Porto Alegre: Secretaria de Infraestrutura e Logística, 2015. Disponível em: <https://transportes.rs.gov.br/upload/arquivos/201803/06173245-produto-p09-2-cenarios-prospectivos.pdf>. Acesso em: 19 maio 2021.

PLANO ESTADUAL DE LOGÍSTICA E TRANSPORTES DO RIO GRANDE DO SUL (PELT/RS). **Relatório Final**: documento síntese. Porto Alegre: Secretaria de Infraestrutura e Logística, 2018. Disponível em: <https://transportes.rs.gov.br/upload/arquivos/201903/01154133-relatorio-sintese-pelt-rs.pdf>. Acesso em: 19 maio 2021.

PODER EXECUTIVO. **PL 4199/2020**. Brasília: Senado Federal, 2020. Disponível em: <https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=2260433>. Acesso em: 28 maio 2021.

PORSSE, A. A. **Competição tributária regional, externalidades fiscais e federalismo no Brasil**: uma abordagem de equilíbrio geral compatível. Tese (Doutorado em Economia) – Programa de Pós-Graduação em Economia, Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

RIO GRANDE DO SUL. **Atlas Socioeconômico do Rio Grande do Sul**. 2020. Disponível em: <https://atlassocioeconomico.rs.gov.br/balanca-comercial>. Acesso em: 16 set. 2020.

ROBSON, E; WIJAYARATNA, K. P.; DIXIT, V. V. A Review of computable general equilibrium modelling for transport appraisal. **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, v. 116, n. C, p. 31-53, 2018.

SANTOS, G. F. **Política energética e desigualdades regionais na economia brasileira**. Tese (Doutorado em Economia) – Departamento de Economia, Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

SILVEIRA, M. R. **A importância geoeconômica das estradas de ferro no Brasil**. Tese (Doutorado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2003.

TORRES, C. E. 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.

VASSALO, M. D. **Análise de impactos econômicos setoriais e regionais docerrentes de investimentos em infraestrutura de transportes**. Tese (Doutorado em Economia) – Faculdade de Economia e Administração, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015

APÊNDICE A

Tabela A.1 – Valor agregado da produção

Valor agregado da produção	Cenário 1		Cenário 2		Cenário 3	
	Curto prazo	Longo prazo	Curto prazo	Longo prazo	Curto prazo	Longo prazo
Munic_Princ	0.003144	0.019934	0.000902	0.005876	- 0.001847	0.001882
Rest_Arranj	0.011495	0.041329	0.004979	0.016939	- 0.000850	0.005740
Restante_UF	0.013715	0.043456	0.004186	0.012828	- 0.000402	0.006372
Restante_BR	0.000957	0.001127	0.000351	0.000431	- 0.001836	0.003400
Valor agregado da produção	Cenário 4		Cenário 5		Cenário 6	
	Curto prazo	Longo prazo	Curto prazo	Longo prazo	Curto prazo	Longo prazo
Munic_Princ	- 0.000676	0.038070	0.001290	0.008334	0.007783	0.024833
Rest_Arranj	0.019924	0.102856	0.006758	0.022516	- 0.000391	0.001740
Restante_UF	0.020813	0.085422	0.005639	0.016770	0.000041	0.001283
Restante_BR	- 0.000324	- 0.000507	0.000369	0.000392	0.000009	-0.000048

Fonte: Elaborada pelos autores (2021).