

TRANSPORTE, EFICIÊNCIA E DESIGUALDADE REGIONAL: AVALIAÇÃO COM UM MODELO CGE PARA O BRASIL *

Eduardo Amaral Haddad

Da FEA/USP, da Fipe/USP e da Universidade de Illinois em Urban-Champaign

O objetivo deste artigo é tripo. Primeiramente, apresentamos uma estrutura analítica flexível, com embasamento teórico e empírico sólido e consistente, de forma a avaliar os prováveis efeitos espaciais, setoriais e sobre a renda de mudanças nas políticas de transporte no Brasil. Trata-se do primeiro modelo CGE interestadual totalmente operacional para a economia brasileira, baseado em trabalho anterior do autor e associados. Dentre as funcionalidades dessa estrutura analítica, a modelagem de economias de escala e de custos de transporte permitem que se trabalhe de forma inovadora e explícita com questões teóricas ligadas a sistemas regionais integrados. Os resultados aparentemente reforçam a necessidade de se melhor especificar as interações espaciais em modelos CGE inter-regionais. Em segundo lugar, para ilustrar a capacidade analítica do modelo CGE, apresentamos um conjunto de simulações que avaliaram o impacto regional de uma redução nos custos de transporte, em linha com medidas recentes de políticas públicas. Em vez de promover uma avaliação crítica dessas medidas, procuramos enfatizar seus prováveis impactos estruturais. Em terceiro lugar, diagnósticos anteriores sugeriram a necessidade de se aprofundar a análise dos fluxos de comércio interestadual, podendo levar a generalizações em relação ao tipo de comércio envolvido, às mudanças em sua composição à medida que a economia brasileira se desenvolve e às implicações dessas diferenças estruturais na coordenação e implementação de políticas de desenvolvimento. Para dar conta dessa questão, tratamos adequadamente o comércio inter-regional ao considerarmos um sistema de contas interestadual plenamente especificado especialmente desenvolvido com o propósito de calibrar o modelo CGE.

1 INTRODUÇÃO

Investimentos em rodovias e outras formas de melhorias no sistema de transporte representam um meio importante para alcançar o crescimento econômico regional e nacional. A expansão e a melhoria das facilidades de transporte servem para reduzir os custos das firmas e expandir as oportunidades econômicas, ajudando a aumentar, potencialmente, a renda e o padrão de vida dos habitantes de uma região.

Como relatado em Weisbrod e Treyz (1998), estudos que buscam identificar as implicações *nacionais* de investimentos em transporte tendem a focar a análise em ganhos de produtividade, definidos, genericamente, como a razão da produção por unidade de fatores primários. A atração de renda, do ponto de vista regional, seja ela gerada pela expansão de firmas locais ou pela chegada de novas firmas, tem sido vista sempre como um benefício a ser perseguido pelos governos locais. Contudo, do ponto de vista nacional, produtividade é o principal elemento que, es-

* O autor agradece o apoio financeiro do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp)

sencialmente, leva ao crescimento econômico. Assim, a realocização de firmas dentro de um espaço nacional é vista como um benefício apenas se houver um elemento de produtividade subjacente a tal movimento.

Entretanto, investimentos em transporte, além de seu impacto sobre a produtividade sistêmica, impactam diferentemente as várias regiões. Intervenções espacialmente localizadas podem aumentar as vantagens competitivas de uma região. Efeitos de economias de escala e de acessibilidade possibilitariam a expansão da área de mercado das firmas e oportunidades de acesso a mercados de insumos mais amplos. Um dos elementos fundamentais a ser levado em conta é a correlação espacial entre as regiões: mudanças econômicas em uma determinada localidade resultam em potenciais efeitos sobre outras regiões. Essa constatação é de grande importância para a avaliação dos impactos de políticas de transporte sobre as regiões de um país, tendo em mente as relações de complementaridade e competição entre os espaços econômicos relevantes.

Dentre os cenários que se vislumbram para o setor de transporte no Brasil, a redução do custo de transporte de cargas é uma preocupação explícita das autoridades federais (ver quadro a seguir). O aumento da competitividade sistêmica é um objetivo que se pretende perseguir nas políticas públicas conforme manifestação recente de vários documentos oficiais divulgados.¹

Nesse contexto, o objetivo deste trabalho é analisar, de maneira sistemática, questões relacionadas ao sistema de transporte e suas relações com o espaço econômico.² Utilizaremos um modelo inter-regional de equilíbrio geral computável (IEGC) – modelo B-MARIA-27 – a fim de identificar ligações espaciais estruturais relevantes para aumento da eficiência sistêmica e redução das desigualdades regionais no Brasil. O desenvolvimento do modelo B-MARIA-27, descrito na próxima seção, representa uma abordagem unificada que permite analisar o papel da infra-estrutura de transporte na alocação espacial dos recursos. A modelagem explícita de custos de transporte, em um modelo IEGC integrado a um modelo de transporte georreferenciado, permite-nos avaliar, sob uma perspectiva *macroespacial*, os efeitos econômicos de projetos ou programas de transporte específicos.

Aplicaremos o modelo B-MARIA-27 visando explorar suas propriedades analíticas em um conjunto de simulações que consistem na redução generalizada em 1% do custo de transporte entre e dentro das regiões brasileiras contempladas (unidades da federação). Em outras palavras, para cada par de origens e destinos domésticos, a utilização de serviços de transporte será decrescida, simultaneamente, em 1%, de modo que os requisitos de serviços de transporte por unidade de pro-

1. Ver, por exemplo, www.planejamento.gov.br e www.integracao.gov.br.

2. No caso brasileiro, merece destaque a experiência pioneira de Almeida (2003).

Brasil: projetos do Ministério dos Transportes – 2004

Nome do projeto	Objetivo
Programa Pare	Reduzir acidentes no trânsito.
Transporte ferroviário urbano de passageiros	Prestar o serviço de transporte ferroviário urbano de passageiros e melhorar os sistemas para suas transferências aos governos locais.
Corredor São Francisco	<i>Reduzir o custo do transporte de cargas</i> na área compreendida pelos Estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, o sul de Goiás e a parte da região Sudeste do país.
Corredor Mercosul	<i>Reduzir o custo do transporte de cargas</i> entre o Brasil e os países do Mercosul. Reduzir o custo do transporte de cargas na região geográfica que engloba os Estados de Minas Gerais, Espírito Santo e Rio de Janeiro.
Corredor Leste	<i>Reduzir o custo do transporte de cargas</i> entre o Brasil e os países do Mercosul. Reduzir o custo do transporte de cargas na região geográfica que engloba os Estados de Minas Gerais, Espírito Santo e Rio de Janeiro.
Corredor fronteira norte	Incrementar o fluxo de pessoas e mercadorias entre os Estados do Amapá, Roraima, Amazonas e Acre com os países da fronteira norte do Brasil.
Serviço de transporte ferroviário de carga	Garantir a qualidade da prestação dos serviços do transporte ferroviário de carga.
Corredor transmetropolitano	<i>Reduzir o custo do transporte de cargas</i> na região geográfica compreendida pelo Estado de São Paulo e sudoeste de Minas Gerais.
Qualidade e fomento ao transporte aquaviário	Estimular o desenvolvimento e a melhoria da prestação de serviço de transporte da navegação interior, de cabotagem e de longo curso.
Corredor Sudoeste	<i>Reduzir o custo do transporte de cargas</i> na área compreendida pelos Estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, o sul de Goiás e a parte da região Sudeste do país.
Corredor Oeste-Norte	<i>Reduzir o custo do transporte de cargas</i> na área que abrange parte dos Estados do Amazonas, Pará, Rondônia e Mato Grosso.
Corredor Nordeste	<i>Reduzir o custo do transporte de cargas</i> na área que abrange os Estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco e Alagoas.
Descentralização das rodovias federais	Transferir aos estados ou conceder para a iniciativa privada a administração de trechos de rodovias federais.
Manutenção de rodovias em regime de gestão terceirizada	Recuperar e manter em bom estado trechos de rodovias federais sob gestão terceirizada.
Serviços de transporte rodoviário	Garantir a qualidade na prestação de serviços de transporte rodoviário interestadual e internacional de passageiros e cargas.
Navegação interior	Prestar serviços de transporte hidroviário de cargas e passageiros no Rio São Francisco, até sua transferência para a iniciativa privada.
Manutenção da malha rodoviária federal	Manter a malha rodoviária federal em boas condições operacionais de tráfego.
Manutenção de hidrovias	Manter as características físicas e operacionais das vias navegáveis interiores.
Corredor Araguaia-Tocantins	<i>Reduzir o custo do transporte de cargas</i> na região que abrange os Estados do Pará, Tocantins, Maranhão, Mato Grosso e Goiás.
Gestão da política de transportes	Apoiar o planejamento, avaliação e controle dos programas na área de transportes.

Fonte: Ministério dos Transportes (www.transportes.gov.br).

duto sejam reduzidos. As simulações serão feitas considerando dois ambientes econômicos (fechamentos), refletindo o curto e o longo prazos. A idéia por trás desse experimento básico é avaliar os ganhos potenciais de eficiência sistêmica associados a ganhos de qualidade da infra-estrutura de apoio às atividades econômicas, notadamente da infra-estrutura de transportes e suas implicações para equidade regional.

2 O MODELO B-MARIA-27

Nosso ponto de partida será o modelo B-MARIA desenvolvido por Haddad (1999). O modelo B-MARIA – e suas extensões – tem sido amplamente utilizado para a análise de impactos regionais de diferentes políticas. Desde a publicação do texto de referência, vários estudos foram elaborados utilizando, como instrumental básico de análise, variações do modelo original (ver HADDAD, 2004). Além disso, revisões críticas do modelo podem ser encontradas no *Journal of Regional Science* (POLENSKE, 2002), no *Economic Systems Research* (SIRIWARDANA, 2001) e no *Papers in Regional Science* (AZZONI, 2001).

Estudos com o modelo B-MARIA e suas extensões têm se aproveitado da flexibilidade do modelo para lidar com políticas que afetam setores e regiões de maneira diferenciada. A partir da estrutura básica do modelo, variações sobre suas características gerais (regionalização, setores, ano-base) foram implementadas, junto com algumas extensões metodológicas (isto é, abertura do setor externo do modelo, desagregação mais fina das contas públicas). Alguns exemplos de aplicações incluem estudos prospectivos da dinâmica regional brasileira (BAER; HADDAD; HEWINGS, 1998; HADDAD; HEWINGS; BAER, 1999); avaliação do processo de liberalização comercial no início dos anos 1990 (HADDAD; HEWINGS, 2000; HADDAD; AZZONI, 2001); avaliação dos impactos da implantação de uma nova planta automotiva no país (HADDAD; HEWINGS, 1999); estudo do componente de transporte do “Custo Brasil” (HADDAD; HEWINGS, 2001); avaliação metodológica dos coeficientes estruturais e parâmetros comportamentais do modelo (HADDAD; HEWINGS; PETER, 2002); avaliação dos impactos regionais da formação da Área de Livre Comércio das Américas (Alca) (DOMINGUES, 2002); desenvolvimentos metodológicos para avaliação de competição tributária (“guerra fiscal”) (DOMINGUES; HADDAD, 2003; PORSSE, 2005); e, finalmente, análise das interações comerciais dos estados brasileiros (PEROBELLI, 2004).

Sendo assim, a estrutura teórica do modelo B-MARIA encontra-se muito bem documentada. Além dos textos de Haddad (1999) e Haddad e Hewings (1997), que apresentam detalhadamente o modelo, Domingues (2002) e Perobelli (2004) mostram versões em português da especificação. Nesse último caso, os

autores fazem uma descrição pormenorizada do processo de calibragem da versão interestadual do modelo B-MARIA.³

O modelo B-MARIA inclui explicitamente alguns elementos importantes de um sistema inter-regional, necessários para o melhor entendimento de fenômenos macroespaciais: fluxos inter-regionais de bens e serviços, movimentos inter-regionais de fatores primários, custos de transporte baseados em pares de origem e destino, regionalização das transações do setor público e segmentação regional do mercado de trabalho. Entretanto, o modelo básico carece de algumas características importantes relacionadas ao tratamento de sistemas econômicos espaciais que merecem ser incorporadas.

As principais modificações estruturais implementadas no modelo B-MARIA - 27, em relação ao modelo básico, referem-se tanto a diferentes especificações, com a inclusão de novas possibilidades teórico-analíticas, como a alterações no banco de dados.

Em primeiro lugar, introduzimos a possibilidade de retornos de escala na produção. Essa extensão é essencial para espelhar adequadamente mecanismos de funcionamento de uma economia espacial.

Uma segunda modificação refere-se à incorporação de ligações do modelo IEGC com um modelo de transporte georreferenciado, permitindo uma caracterização mais adequada da heterogeneidade do espaço econômico, em que se consideram, explicitamente, o papel da infra-estrutura de transportes e a fricção da distância. Dentro dessa nova especificação mais sofisticada de custos de transporte, a possibilidade analítica de efeitos de escala para transporte também é admitida.⁴

Uma terceira alteração considera as propriedades da função utilidade para definir uma medida de bem-estar. No debate público sobre políticas públicas, como bem observam Dixon e Rimmer (2002), às vezes é necessário resumir os milhares de resultados provenientes de simulações com modelos EGC em apenas um ou dois números. Assim como no modelo MONASH, medidas de grande apelo político como efeitos sobre emprego, podem apresentar resultados interessantes em simulações de curto prazo, ao se pressupor ajustes sob a hipótese de rigidez salarial. Entretanto, em simulações de longo prazo, variações no emprego agregado são de pouco interesse, uma vez que os pressupostos de ajuste consideram-nas

3. Seguindo a linha de disseminação mais ampla de modelos IEGC, sugerida em Haddad (2004), o código do modelo utilizado neste trabalho, bem como o banco de dados completo e todos os arquivos auxiliares necessários para a replicação dos resultados com o *software* GEMPACK, estão disponíveis em www.econ.fea.usp.br/nereus.

4. Como veremos, para se captar efeitos de escala de transporte – economias de curso –, uma função de tarifa de transporte rodoviário de carga pré-especificada foi utilizada para o cálculo dos custos logísticos rodoviários implícitos no sistema interestadual brasileiro. Além disso, a possibilidade de incorporar explicitamente retornos crescentes para transporte – economias de densidade – também foi introduzida na fase de simulação, através da parametrização da função da demanda por serviços de transporte (ver HADDAD, 2004).

insignificantes. Assim, nas análises subseqüentes dos resultados dos exercícios de simulação, consideraremos duas medidas básicas: a primeira, referente a variações percentuais no PIB regional real (medida de crescimento); e a segunda, relativa à medida de variação equivalente (medida de bem-estar), incluída no modelo, em unidades monetárias do ano-base (R\$ milhões de 1996).

A variação equivalente pode ser definida como o valor monetário que seria necessário transferir para uma família representativa, se uma mudança de política não ocorresse, para manter o mesmo nível de utilidade observado caso a mudança tivesse se verificado (LAYARD; WALTERS, 1978). A medida hicksiana de EV consideraria o cálculo da mudança hipotética na renda ao nível de preços do novo equilíbrio (BRÖCKER; SCHNEIDER, 2002); alternativamente, podemos mensurar a EV como a *mudança monetária* no nível de renda inicial que uma família representativa necessitaria para atingir o novo nível de utilidade considerando os preços vigentes no equilíbrio inicial. É esta a definição a ser utilizada na análise subseqüente.

Outra alteração menos significativa, por não ser explorada neste trabalho, é a introdução de uma ligação potencial do modelo B-MARIA-27 com o setor financeiro através do mercado de crédito. Essencialmente, estabelecemos uma relação entre demanda por bens de capital e demanda por mão-de-obra, e uma taxa de juros de referência. Em ambos os casos, considera-se potencialmente o custo de financiamento: *a*) de curto prazo (necessidades de capital de giro para pagamento de salários); e *b*) de longo prazo (investimentos em capital fixo).⁵

Modificações no banco de dados, em relação ao reportado em Perobelli (2004), também foram introduzidas: *a*) estimativas econométricas próprias dos parâmetros de escala; *b*) estimativas econométricas próprias das elasticidades de comércio regional (Armington); *c*) novas estimativas de elasticidades de comércio internacional (TOURINHO; KUME; PEDROSO, 2002; HADDAD; DOMINGUES, 2001); *d*) novas estimativas de elasticidades-renda (ASANO; FIUZA, 2003); e *e*) novas estimativas de estoque de capital por região.

2.1 Modelagem de custos de transporte

Neste trabalho, uma extensão relevante refere-se à modelagem de custos de transporte. O conjunto de equações especificando preços de venda no modelo B-MARIA - 27 impõe lucros puros zero na *distribuição* dos bens para diferentes usuários. Preços pagos pelo bem *i* da região *s* na região *q*, por cada usuário, igualam-se à soma de seu valor básico e os custos adicionais com impostos e bens-margem.⁶

5. Esta alteração está incorporada ao código do modelo.

6. Utilizamos o conceito de bens-margem, ou simplesmente margens (de distribuição), para nos referirmos a serviços de transporte e de comercialização.

O papel dos bens-margem é facilitar os fluxos de bens dos pontos de produção (bens domésticos) ou pontos de entrada (bens importados) até os pontos de consumo ou pontos de saída (exportações). Bens-margem, ou simplesmente margens, incluem serviços de transporte e de comercialização, que abarcam, de maneira mais ampla, os custos de transferência.⁷ Considera-se que margens sobre bens utilizados pelos setores produtivos, investidores e famílias sejam produzidas na região consumidora; margens sobre exportações, produzidas na região produtora. As equações de demanda por margens especificam demandas proporcionais aos fluxos dos bens com que as margens estão associadas. Além disso, um componente de mudança técnica também é incluído na especificação para permitir a simulação de mudanças nos custos de transporte. A forma funcional genérica utilizada para as equações de demanda por margens é apresentada a seguir:

$$XMARG(i, s, q, r) = AMARG_I(s, q, r) * [\eta(i, s, q, r) * X(i, s, q, r)^{\theta(i, s, q, r)}] \quad (1)$$

onde $XMARG(i, s, q, r)$ representa a margem r sobre o fluxo do bem i produzido na região s e consumido na região q ; $AMARG_I(s, q, r)$ é a variável tecnológica relacionada a fluxos específicos de origem e destino; $\eta(i, s, q, r)$ é o coeficiente de margem sobre fluxos básicos específicos; $X(i, s, q, r)$ é o fluxo básico do bem i produzido na região s e consumido na região q ; e $\theta(i, s, q, r)$ é um parâmetro refletindo economias de escala de transporte. Na calibragem do modelo, $\theta(i, s, q, r)$ é igual a 1, para todos os fluxos.

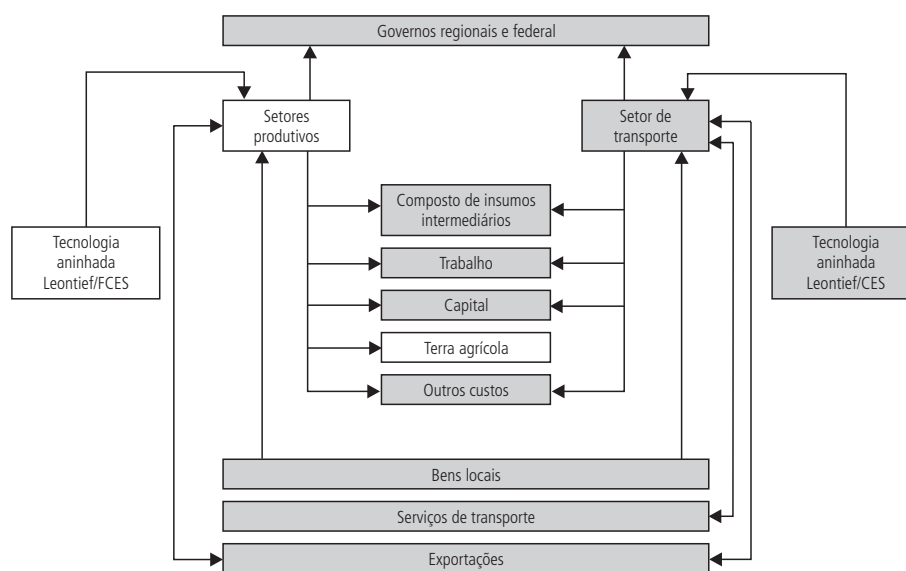
No modelo B-MARIA, serviços de transporte são produzidos por um setor de transportes, otimizador, que demanda recursos escassos da economia para sua produção.⁸ Uma fronteira de possibilidade de produção (FPP) deve ser especificada para o setor de transportes, cuja produção é destinada diretamente a consumidores finais ou para facilitar a comercialização de outros bens, ou seja, serviços de transporte são necessários para enviar bens do local de produção para o local de consumo. A modelagem explícita de tais serviços de transporte e dos custos de deslocamento da produção baseado em pares de origem e destino representa um grande avanço teórico em modelos IEGC (ISARD *et al.*, 1998), não obstante tornar sua estrutura menos tratável do ponto de vista operacional. Como será mostrado, o modelo é calibrado considerando o custo de transporte específico de cada fluxo de bens, proporcionando diferenciação espacial de preço. Nesse sentido, o espaço tem um papel fundamental.

A figura 1 destaca a tecnologia de produção de um setor de transporte regional típico no modelo B-MARIA-27, inserido em tecnologia de produção mais ampla.

7. A partir deste ponto, serviços de transporte e margens de transporte serão utilizados de maneira similar.

8. A discussão subsequente dará enfoque a margens de transporte.

FIGURA 1
Tecnologia de produção regional no modelo B-MARIA-27:
destacando o setor de transporte



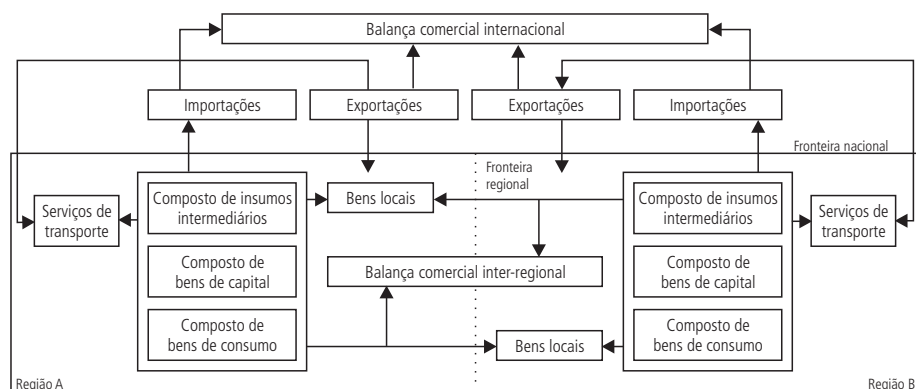
Setores de transporte regionais exibem retornos constantes de escala (estrutura aninhada de produção – Leontief/Constant Elasticity of Substitution (CES)), utilizando como insumos compostos de bens intermediários – um conjunto contendo insumos similares de diferentes procedências.⁹ Capital e trabalho ofertados localmente são os fatores primários utilizados no processo produtivo. Finalmente, o setor regional paga impostos líquidos aos governos regionais e federal. A produção setorial é destinada aos mercados doméstico e internacional.

Como já mencionado, a oferta do setor de transporte atende a demandas por bens-margem e bens não-margem. Naquele caso, a figura 2 ilustra o papel de serviços de transporte no processo de facilitação de fluxos de bens. Em uma dada região consumidora, serviços de transporte produzidos localmente proporcionam o principal mecanismo de atração física de produtos (insumos intermediários, e bens de capital e de consumo) de diferentes origens (local, outras regiões, outros países) para dentro das fronteiras regionais. Além disso, exportadores utilizam serviços de transporte locais para enviar os bens a serem exportados do local de produção para o respectivo porto de saída.

A modelagem explícita dos custos de transporte, que considera a estrutura espacial da economia brasileira, cria a possibilidade de integração do modelo IEGC com

9. A hipótese de Armington é utilizada.

FIGURA 2
**Papel dos serviços de transporte no modelo B-MARIA-27:
 sistema integrado com duas regiões**



um modelo de rede de transporte georreferenciado, acentuando o potencial desse arcabouço analítico para a compreensão do papel da infra-estrutura no desenvolvimento regional. Duas opções para integração são disponíveis – $am\ arg_i(s, q, r)$ e $\theta(i, s, q, r)$ –, utilizando a versão linearizada do modelo, em que a equação (2) se torna:

$$xmarg(i, s, q, r) = am\ arg_i(s, q, r) + \theta(i, s, q, r) * x(i, s, q, r) \quad (2)$$

Considerando um modelo de rede de transporte georreferenciado, podem-se simular alterações no sistema que afetam a acessibilidade relativa das regiões (melhorias nas rodovias, investimentos em novos trechos viários). Uma matriz de tempos mínimos entre pontos preestabelecidos pode ser estimada, *ex ante* e *ex post*, e mapeada para o modelo IEGC através de uma relação de custo de transporte. Esse mapeamento inclui dois estágios: um primeiro, associado à fase de calibragem do modelo, e um segundo, à fase de simulação. Ambos são discutidos a seguir.

2.1.1 Integração na fase de calibragem

No modelo B-MARIA-27, pressupõe-se que o *locus* de produção e consumo em cada estado esteja localizado na capital. Assim, as distâncias relevantes associadas aos fluxos de bens dos pontos de produção até os pontos de consumo limitam-se a uma matriz de distâncias entre 27 capitais. Além disso, para se estimarem custos de transferência intra-estaduais, considera-se que o comércio dentro de cada estado seja circunscrito a uma rota abstrata entre a capital estadual e um ponto localizado a uma distância equivalente à metade do raio implícito relacionado à área do estado.¹⁰

10. Dada a área do estado, pressupõe-se que este seja um círculo e calcula-se o raio implícito.

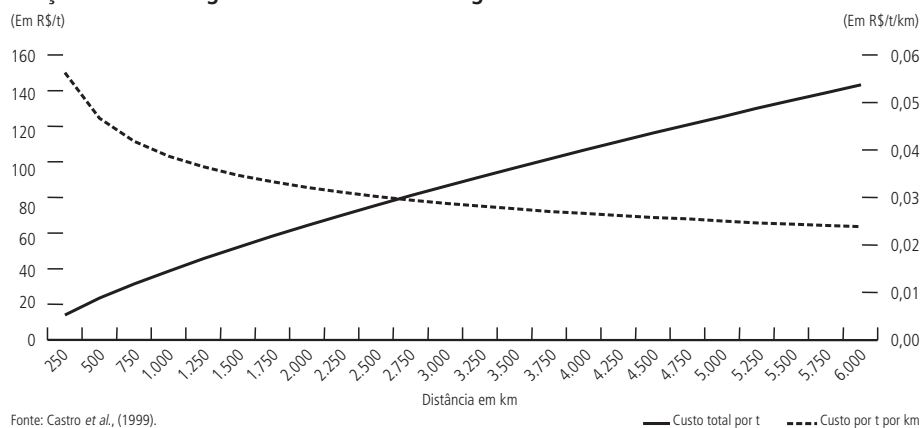
O modelo de transporte calcula as distâncias mínimas entre as capitais, considerando a malha rodoviária existente em 1997. Como Castro, Carris e Rodrigues (1999) observam, o transporte rodoviário é responsável pela maior participação no comércio interestadual no Brasil, contabilizando mais de 70% do valor total da carga transportada. Apenas na região Norte o transporte fluvial é significativo, mas com custos logísticos totais equivalentes, tendo em vista a qualidade de serviço muito inferior.

O processo de calibragem do modelo requer informações sobre as margens de transporte relacionadas a cada fluxo. Informações agregadas para tais margens estão disponíveis para os fluxos de transações intersetoriais, criação de capital, consumo das famílias e exportações, em nível nacional. O problema, então, passa a ser desagregar essas informações, considerando uma desagregação espacial prévia dos fluxos de bens na geração da matriz interestadual de insumo-produto. Assim, dada a informação disponível – fluxos interestaduais e intra-estaduais, modelo de transporte, matriz de distâncias mínimas e agregados nacionais para margens específicas –, a estratégia adotada considerou as seguintes etapas:

a) Em uma tentativa de captar efeitos de escala de transporte – economias de curso –, uma função de tarifa de transporte rodoviário de carga pré-especificada foi utilizada para o cálculo dos custos logísticos rodoviários implícitos no sistema interestadual brasileiro.¹¹ A função considerada foi estimada por Castro, Carris e Rodrigues (1999), com base nos preços de frete cobrados por caminhoneiros independentes em 1994: $tariff = 0,25 * dist^{0,73}$, onde *tariff* é a tarifa de transporte rodoviário de carga, e *dist* refere-se à distância entre dois pontos. Essa função foi, então, aplicada à matriz de distâncias mínimas entre as capitais, gerando uma matriz de custos logísticos para cada trecho. Efeitos de curso são percebidos claramente no gráfico a seguir, que apresenta os custos de transporte rodoviário para diferentes distâncias dentro do intervalo relevante para o comércio interestadual no Brasil.

b) A partir dessa estrutura de transporte, podemos captar não apenas os efeitos de escala mencionados, mas também os custos relativos entre diferentes pares de origem e destino, a serem utilizados. O próximo passo foi gerar um índice de custo relativo de transporte, normalizando as linhas da matriz de custos logísticos em relação aos respectivos custos intra-estaduais. A matriz gerada proporciona informações sobre diferenciais de custos de transporte entre a capital de um estado e outra capital, quando comparados aos custos de transporte dentro do estado.

11. A forma geral de funções de custo de transporte (...) é linear ou côncava em relação à distância. Isso reflete observações empíricas usuais da relação entre custos de transporte e distância de curso (McCANN, 2001).

Função de custos logísticos rodoviários de cargaFonte: Castro *et al.*, (1999).

c) As estimativas dos vários fluxos de bens, em valores básicos, incorporadas na matriz interestadual de insumo-produto, foram multiplicadas pelos índices relevantes obtidos da matriz normalizada. Esse procedimento proporcionou as informações necessárias para gerar uma matriz de distribuição dos totais nacionais, que considera diferentes pesos por destinos para fluxos originados em um determinado estado.

d) A seguir, a matriz de distribuição foi aplicada aos totais nacionais, considerando as informações nacionais desagregadas sobre margens por usuários, maximizando, assim, a utilização da informação disponível. Balanceamento adicional do banco de dados foi efetuado para a calibragem do modelo.¹²

Em resumo, a estratégia de calibragem adotada leva em consideração, explicitamente, para cada par de origem e destino, elementos-chave do sistema econômico interestadual integrado brasileiro, a saber: a) o tipo de comércio envolvido (margens variam de acordo com o produto, com implicações distintas para o custo de produção setorial); b) a rede de transporte existente (distância é relevante); e c) efeitos de escala no transporte, na forma de economias de curso. Além disso, a possibilidade de incorporar explicitamente retornos crescentes para transporte também foi introduzida na fase de simulação, como discutiremos a seguir.

12. Antes da operacionalização das simulações deste trabalho, uma simulação inicial foi feita para calibrar a matriz de distâncias mínimas de acordo com as diferenças qualitativas dos trechos rodoviários. Esse procedimento foi feito comparando uma matriz de tempo gerada com parâmetros uniformes de velocidade máxima por trecho à matriz de tempo com os parâmetros calibrados de velocidade máxima no modelo de transporte.

2.1.2 Integração na fase de simulação

Ao efetuarmos simulações com o modelo B-MARIA-27, podemos estar interessados na consideração de mudanças na rede física de transporte. Por exemplo, avaliar os impactos econômicos macroespaciais de um investimento em uma nova rodovia, de gastos na melhoria da malha rodoviária, ou mesmo da adoção de um sistema de pedágio em um determinado trecho, considerando que todas essas alterações acarretam impactos diretos sobre os custos de transporte, seja reduzindo o tempo de viagem, seja aumentando diretamente os custos monetários. O desafio que se coloca, no contexto deste trabalho, é encontrar alternativas metodológicas para traduzir os efeitos de tais políticas em mudanças na matriz de distâncias mínimas entre as capitais, espelhando potenciais reduções/aumentos na distância entre dois ou mais pontos no espaço. Tal matriz servirá como base de integração do modelo de transporte e do modelo IEGC, nessa fase de simulação.

Uma forma de integrar seqüencialmente os dois modelos requer a utilização da variável $amarg_i(s, q, r)$ ou do parâmetro $\theta(i, s, q, r)$, na equação (2), como elementos de ligação. Alterações na matriz de distâncias mínimas entre as capitais são calculadas a partir de informações sobre tempos mínimos, geradas pelo modelo de transporte, de modo tal que uma interface com o modelo IEGC seja criada.¹³ Como na especificação das equações de demanda por margens de transporte a variável distância é representada implicitamente no parâmetro $\eta(i, s, q, r)$, devemos encontrar maneiras de incorporar adequadamente as informações geradas pelo modelo de transporte. Como veremos, alterações nas tarifas de transporte específicas, presentes no modelo B-MARIA-27, podem ser facilmente associadas a mudanças na matriz de distâncias.

Consideremos, como exemplo, uma economia composta por duas regiões, A e B. Vamos pressupor que a distância mínima entre elas, através da rede de transporte existente, seja de 100 km, por uma rodovia com limite de velocidade de 50 km/h. Assim, uma viagem entre A e B levaria duas horas. Consideremos também que a tarifa de transporte para o único fluxo de bens existente seja 10%. Se o governo implementa um projeto de melhoria do trecho rodoviário entre A e B, de tal modo que, em sua fase de operação, a velocidade máxima permitida suba para 80 km/h, uma alteração na tarifa de transporte devida à “redução da distância” – em nosso exemplo, o tempo de viagem se reduz para 1h15 (redução de tempo de 37,5%) – pode ser estimada, utilizando-se uma função de especificação de tarifas consistente com o modelo IEGC. Um projeto de construção de uma nova rodovia também poderia ser considerado e um traçado mais eficiente da rodovia poderia reduzir a distância entre A e B para, digamos, 75 km. Nesse caso, se o limite de

13. Esse procedimento pressupõe um outro adicional para traduzir distância temporal (tempo de viagem) em distância euclidiana.

velocidade da nova rodovia também fosse 50 km/h, poderíamos considerar uma redução da distância equivalente a 25%. Outros exemplos também se aplicariam.

No modelo B-MARIA-27, informações sobre tarifas de transferência (transporte e comercialização) estão disponíveis, da mesma forma que informações sobre as distâncias relevantes, possibilitando a utilização de uma função de custo de transporte consistente com o modelo. Tal função deve ser a mesma utilizada no processo de calibragem: $tariff = 0.25 * dist^{0.73}$. Assim, alterações nos custos de transporte podem ser estimadas e incorporadas ao modelo IEGC, como segue. Rearranjando a equação (1), temos:

$$\frac{XMARG(i, s, q, r)}{X(i, s, q, r)^{\theta(i, s, q, r)}} = AMARG_I(s, q, r) * \eta(i, s, q, r) \quad (3)$$

com $\theta(i, s, q, r) = 1$ implicando que o lado esquerdo da equação (3) torna-se a tarifa de transporte específica. Uma variação percentual na tarifa de transporte pode, então, ser mapeada na variável tecnológica, $AMARG_I(s, q, r)$. Assim, em forma de variação percentual, $amarg_i(s, q, r)$ torna-se a variável relevante de integração entre o modelo de transporte e o modelo IEGC, já que:

$$xmarg(i, s, q, r) - x(i, s, q, r) = amarg_i(s, q, r) \quad (4)$$

O parâmetro $\theta(i, s, q, r)$ também poderia ser utilizado na fase de simulação, especialmente em exercícios de análise de sensibilidade. Suponhamos que efeitos de escala para transporte sejam evidentes para um determinado bem, em um trecho específico (por exemplo, transporte de minério de ferro de Minas Gerais para o Espírito Santo). Alterações nos pressupostos sobre os valores de $\theta(i, s, q, r)$ permitem endereçar esse tipo de problema de maneira mais adequada do que a utilização de hipóteses alternativas sobre a variável de ligação, $AMARG_I(s, q, r)$. A esse respeito, Cukrowski e Fischer (2000) e Mansori (2003) mostram que há implicações espaciais relevantes associadas a retornos crescentes para transporte, o que merece ser considerado de maneira cuidadosa.

2.1.3 Nota sobre o modelo de transporte

O modelo de transporte é uma ferramenta empregada no cálculo das mais diversas variáveis pertinentes a um estudo espacial das ligações territoriais em uma dada região. Nesse sentido, sua utilização nos permite obter diversas informações sobre

um sistema de transporte qualquer, como distâncias mínimas entre dois pontos no espaço, tempo de viagem entre dois pontos do espaço – desde que considerada uma velocidade de percurso para o trecho – dentre outras informações que possam influenciar de alguma maneira o comportamento dos usuários de um determinado sistema, ou até mesmo os custos de oferta de um dado bem. De um modo geral, esse tipo de modelo oferece cenários acerca de um banco de dados de transporte quando alguns de seus parâmetros são alterados.

No caso deste estudo, emprega-se um modelo de rede de transporte para o sistema rodoviário brasileiro¹⁴ gerando-se um conjunto de cenários utilizados para alimentar um modelo IEGC, cujo objetivo é ilustrar os impactos das alterações na estrutura rodoviária brasileira sobre o comportamento de variáveis econômicas diversas. Nesse sentido, com vistas à implementação do modelo, utiliza-se o apoio computacional do *software* TransCAD.¹⁵ Nessa ferramenta GIS, podemos criar os cenários conforme nosso interesse e nossas perguntas.

A princípio, necessitamos de um banco de dados (rede cadastral) acerca do sistema rodoviário nacional. Esse banco deve identificar cada trecho de cada rodovia por um código, reconhecendo seus atributos, como velocidade máxima no trecho, características da pista – duplicada, pavimentada, dentre outras caracterizações –, os municípios do país por onde o trecho se estende etc. Inserir esse conjunto de informações nos domínios do *software* requer alguma *expertise* técnica mais elaborada, cuja discussão não é do escopo deste trabalho. Por outro lado, uma vez transcrito em uma linguagem acessível ao TransCAD, é possível perguntarmos qual o caminho mais curto, e aqui curto pode assumir a dimensão espacial ou temporal, entre dois pontos distintos do espaço, fazendo depender esse tempo, por exemplo, da velocidade máxima permitida em uma pista e da distância entre os pontos considerados.

3 MECANISMO DE FUNCIONAMENTO

Nesta seção, apresentamos as principais relações causais subjacentes aos resultados da simulação básica. O experimento considera uma queda generalizada do custo de transporte no sistema interestadual brasileiro. De acordo com a estrutura do modelo, isso representa, por um lado, uma alteração poupadora do bem-margem; ou seja, o uso de serviços de transporte por unidade de produto é reduzido, implicando uma redução direta da produção do setor de transporte. Como os carregamentos de carga tornam-se menos intensivos em recursos, capital e trabalho são liberados, gerando um excesso de oferta no mercado de fatores primários na eco-

14. Alguns trechos apresentam ligações hidroviárias, entretanto sua extensão no total é desprezível.

15. Desenvolvido pela CALIPER Corporation. O *software* é representado no Brasil pela empresa Logit, que gentilmente forneceu a rede cadastral para este estudo.

nomia. Isso cria uma pressão sobre salários e aluguéis de capital, que é repassada adiante sob a forma de preços de produtos mais baixos.

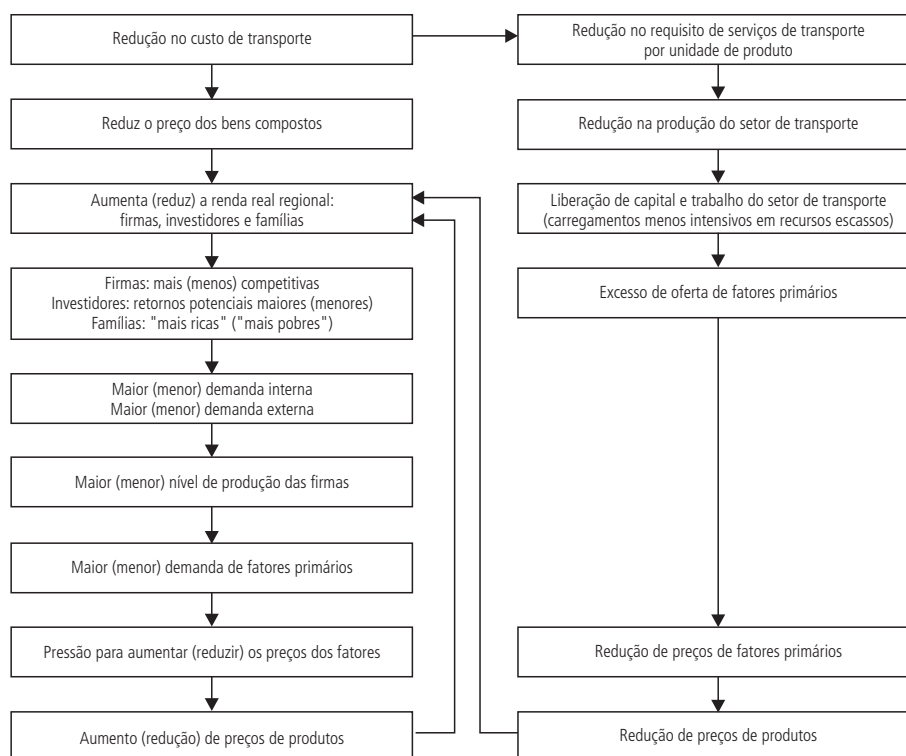
Por outro lado, a alteração nos custos de transporte reduz o preço dos bens compostos, com implicações positivas para a renda regional: nessa abordagem, em que elementos de custo afetam diretamente a competitividade sistêmica, firmas tornam-se mais competitivas, apresentando custo de produção mais baixo (insumos mais baratos); investidores antevêm retornos potenciais mais elevados, já que o custo de produção de bens de capital também se apresenta mais baixo; e famílias aumentam sua renda real, encarando possibilidades de consumo mais elevado. A renda mais alta aquece a demanda interna, enquanto o aumento da competitividade das firmas nacionais estimula a demanda externa por produtos brasileiros. Cria-se, assim, estímulos para as firmas aumentarem sua produção – direcionada tanto para o mercado interno quanto para o externo –, o que requer mais insumos e fatores primários. O crescimento da demanda coloca uma pressão adicional para aumentar os preços dos fatores, com a expectativa concomitante de aumento dos preços dos bens domésticos.

Efeitos de segunda-ordem de alterações nos preços atuam em duas direções – redução e aumento. O efeito líquido é determinado pela intensidade relativa dessas forças contrapostas. A figura 3 resume os mecanismos de transmissão associados aos principais efeitos de primeira-ordem e de segunda-ordem no processo de ajustamento subjacente aos resultados agregados do modelo. Vale lembrar que, ao solucionarmos o modelo, o ajuste é instantâneo.

Em relação aos efeitos espaciais diferenciados, devemos considerar três forças principais operando no curto prazo: dois efeitos-preço e um efeito-renda. O resultado líquido dependerá fortemente das características estruturais do sistema interestadual integrado. Dois mecanismos de substituição via efeito-preço são bastante relevantes para tentarmos entender o processo de ajustamento das economias regionais. Em primeiro lugar, há um efeito de substituição direto. Consideremos duas regiões que comercializam entre si, uma exportadora e outra importadora, r e s , respectivamente. Na medida em que os custos de transporte entre elas caem, a região r aumentará sua penetração em s , produzindo mais para s , uma vez que agora é mais barato comprar de r . Um efeito de substituição opera no sentido de que s substituirá diretamente bens produzidos localmente e em outras regiões diferentes de r (incluindo bens importados de fora do país), por bens produzidos em r .

Além disso, ocorre um outro efeito-substituição. Para produzir para s , r comprará insumos de outras regiões. Tendo em vista que esses insumos estão mais baratos, após a redução dos custos de transporte, a região r , com melhor acesso às fontes de insumos, torna-se mais competitiva, expandindo sua produção. Esse é o efeito-substituição indireto.

FIGURA 3
Principais relações causais na simulação básica



A análise dos tipos de fluxos de comércio entre regiões é fundamental para o melhor entendimento dos mecanismos de ajustamento espacial associados ao efeito-substituição, direto e indireto. Regiões importadoras líquidas de insumos produtivos, por exemplo, tendem a se beneficiar devido a ganhos de competitividade associados a custos de produção mais baixos. Por sua vez, regiões com saldos líquidos negativos no comércio inter-regional de bens de consumo apresentam ganhos potenciais de bem-estar, uma vez que os consumidores passam a ter acesso a bens mais baratos. O outro lado da moeda refere-se às regiões que apresentam saldos positivos no comércio inter-regional, que vislumbrariam possibilidades concretas de expansão de suas vendas.

Uma terceira força contraposta aparece na forma de um efeito-renda. Com melhor acessibilidade, a demanda por produtos da região r aumenta. As fontes de demanda mais elevada pela produção regional são derivadas de um efeito-substituição – preços de bens produzidos em r estão mais baixos – e um efeito-renda –

a renda real aumenta. O aquecimento da demanda pressiona os preços de r , sendo que o efeito líquido sobre a economia regional resultante dependerá de quem vencerá o “cabo de guerra”, ou seja, se os efeitos-substituição direto e indireto (que beneficiam r) superarão o efeito-renda (que afeta negativamente r).

No longo prazo, um quarto mecanismo de ajustamento torna-se relevante: o efeito “re-localização”. Como os fatores podem mover-se entre regiões, novas decisões de investimento definem a relocalização marginal das atividades, no sentido da distribuição espacial do estoque de capital total da economia e da dinâmica populacional. As mesmas forças que afetam o desempenho das economias regionais são responsáveis pela criação de capital no longo prazo. Com custos de transporte mais baixos, o acesso mais barato a bens de capitais não-locais aumenta, potencialmente, a taxa de retorno das regiões. Ao mesmo tempo que isso beneficia as regiões importadoras de bens de capital, ocorre um impacto positivo sobre os setores de bens de capital nas regiões produtoras. Por outro lado, regiões com áreas de mercado ampliadas e, conseqüentemente, receitas mais altas, vislumbram maior remuneração ao capital, impactando, também, sua rentabilidade relativa.

Finalmente, as regiões podem ser afetadas negativamente através da reorientação de fluxos de comércio (desvio de comércio), visto que a acessibilidade relativa é alterada no sistema. Assim, ganhos generalizados de eficiência no setor de transporte não são acompanhados necessariamente por ganhos generalizados de bem-estar. A questão relacionada a desvios de comércio e criação de comércio tem sido bastante debatida na literatura de comércio internacional, onde poderemos buscar um melhor entendimento de fenômenos associados aos problemas analisados neste trabalho.

4 RESULTADOS

A apresentação dos resultados dos exercícios de simulação que consideram uma queda generalizada dos custos de transporte no sistema interestadual brasileiro será dividida em dois grupos. Vamos nos deter nos efeitos sobre crescimento (*PIB real*) e bem-estar (*EV* e *REV*), e suas implicações espaciais.

Primeiramente, os resultados básicos de curto e de longo prazos serão discutidos, com o foco da análise recaindo sobre as variáveis agregadas relevantes para o entendimento do mecanismo de funcionamento do modelo, como descrito na seção anterior. Os efeitos espaciais (estaduais) também serão analisados.

Em segundo lugar, examinaremos os aspectos espaciais dos resultados de longo prazo de maneira mais detalhada, uma vez que nos parecem estar mais associados às expectativas dos objetivos de políticas de transporte. Técnicas de decomposição serão utilizadas para revelar as ligações de transporte analiticamente mais importantes para otimizar objetivos de política específicos.

4.1 Resultados gerais¹⁶

A tabela 1 resume os principais resultados agregados das duas simulações básicas (curto prazo e longo prazo). Ganhos de eficiência (*PIB real*) e de bem-estar (*EV*) são positivos, e magnificados no longo prazo.

Como esperado, o nível de atividade do setor de transporte cai, tanto no curto como no longo prazo, uma vez que os requisitos de serviços de transporte por unidade de produto caem. Entretanto, no longo prazo, a redução verificada no setor de transporte é menor, pois a demanda indireta aumenta com o aumento mais forte do nível de atividade da economia.

A redução do custo de transporte ocasiona uma queda geral em todos os índices de preços. O ajuste do mercado de fatores primários também revela tal movimento de preços através da queda nominal nos pagamentos agregados aos principais fatores de produção. Mesmo com recuperação do nível de emprego da economia no longo prazo – o crescimento verificado é suficiente para aumentar a absorção de mão-de-obra de modo a superar a redução proveniente da queda no nível de atividade do setor de transporte –, o efeito-quantidade não é suficiente para aumentar, nominalmente, a massa salarial.

A análise dos resultados dos componentes da demanda final também revela características interessantes do processo de ajustamento da economia aos choques de transporte. No curto prazo, o principal componente de crescimento são as exportações, que se beneficiam do aumento da competitividade via redução de custos de produção. Nesse ambiente econômico, contudo, os gastos do governo e os investimentos são exógenos, sendo o consumo das famílias o único componente da absorção interna determinado endogenamente. No longo prazo, com todos os componentes da absorção interna endógenos, o aquecimento da demanda interna faz-se notar mais fortemente, fazendo com que a produção adicional local seja destinada preponderantemente aos mercados nacionais.

A tabela 2 apresenta os impactos estaduais sobre eficiência e bem-estar. As figuras 4 a 6 ilustram os mesmos resultados. Na leitura dos mapas, áreas cinzentas representam os percentis superiores (acima da mediana) dos resultados, enquanto as áreas brancas (tonalidades de azul) representam os percentis inferiores (abaixo da mediana). Há uma tendência aparente de que estados na porção setentrional do país (cinzenta) se beneficiem mais no curto prazo, em termos de bem-estar relativo, do melhor acesso aos produtos do Centro-Sul. No longo prazo, é ainda perceptível um efeito acessibili-

16. A robustez dos resultados das simulações básicas, discutidas nesta seção, foi avaliada em relação aos valores definidos para dois conjuntos de parâmetros-chave, a saber: as elasticidades de comércio regional, utilizadas nas estruturas de Armington do modelo, e os parâmetros de economias de escala. A análise de sensibilidade sistemática empregada consistiu em testar a estrutura numérica do modelo, considerando, alternativamente para cada conjunto, intervalos de um desvio-padrão (estimados) para os parâmetros, com distribuição triangular, simétrica e independente. De maneira geral, os resultados das simulações podem ser considerados robustos em relação aos dois conjuntos de informações.

TABELA 1
Resultados agregados
 (Em variação percentual)

	Curto prazo	Longo prazo
Nível de atividade		
Agropecuária	0,0016	0,0020
Extrativa mineral e indústria de transformação	0,0030	0,0069
Siup	0,0003	0,0074
Construção	-0,0002	0,0021
Comércio	0,0002	0,0056
Instituições financeiras	0,0021	0,0127
Administração pública	0,0004	0,0088
Transporte e outros serviços	-0,0098	-0,0067
Total	-0,0015	0,0026
Preços		
Índice de preços de investimento	-0,0172	-0,0212
Índice de preços ao consumidor	-0,0239	-0,0213
Índice de preços de exportação	-0,0132	-0,0181
Índice de preços do governo regional	-0,0240	-0,0138
Índice de preços do governo federal	-0,0250	-0,0217
Deflator implícito do PIB, lado dos gastos	-0,0236	-0,0210
Fatores primários		
Pagamentos agregados ao capital	-0,0256	-0,0201
Pagamentos agregados ao trabalho	-0,0279	-0,0165
Estoque de capital agregado	-	0,0018
Emprego agregado	-0,0040	0,0039
Demanda agregada		
Consumo real das famílias	0,0006	0,0082
Investimento real agregado	-	0,0049
Demanda do governo regional real agregada	-	0,0125
Demanda do governo federal real agregada	-	0,0082
Volume de exportação	0,0273	0,0025
Indicadores agregados		
Variação equivalente – total (mudança em \$)	8,97	168,44
PIB real	0,0031	0,0067

TABELA 2
Resultados estaduais

	Curto prazo			Longo prazo		
	EV (R\$ milhões)	REV (%)	PIB (var. perc.)	EV (R\$ milhões)	REV (%)	PIB (var. perc.)
Acre	0,46	0,062	0,0059	1,30	0,176	-0,1905
Amapá	0,41	0,043	0,0101	4,77	0,507	-0,2630
Amazonas	2,64	0,015	0,0039	5,23	0,030	0,0016
Pará	2,71	0,028	0,0037	31,61	0,326	-0,0271
Rondônia	0,64	0,025	0,0034	0,85	0,033	0,0350
Roraima	0,26	0,075	0,0110	-0,36	-0,103	0,2589
Tocantins	0,24	0,024	0,0102	0,72	0,070	0,0473
Alagoas	2,06	0,058	0,0062	-5,28	-0,150	0,1602
Bahia	5,56	0,020	0,0043	13,54	0,048	-0,0004
Ceará	3,09	0,028	0,0052	-17,20	-0,157	0,0520
Maranhão	2,55	0,054	0,0082	1,83	0,039	0,0330
Paraíba	1,76	0,033	0,0049	24,17	0,450	-0,1384
Pernambuco	5,54	0,033	0,0055	52,41	0,309	-0,0357
Piauí	0,71	0,029	0,0079	-6,93	-0,284	0,2080
Rio Grande do Norte	1,77	0,041	0,0045	-0,07	-0,002	0,0406
Sergipe	0,75	0,023	0,0025	1,55	0,048	0,0296
Espírito Santo	-0,35	-0,003	0,0030	3,42	0,030	-0,0018
Minas Gerais	5,33	0,009	0,0054	124,06	0,214	-0,0383
Rio de Janeiro	-1,86	-0,002	0,0019	-6,94	-0,008	0,0113
São Paulo	-21,51	-0,008	0,0026	-110,54	-0,041	0,0185
Paraná	1,93	0,005	0,0020	1,07	0,003	0,0116
Santa Catarina	-0,99	-0,004	0,0023	-8,41	-0,035	0,0119
Rio Grande do Sul	0,69	0,001	0,0032	52,68	0,092	-0,0183
Distrito Federal	-3,79	-0,012	0,0015	17,12	0,056	0,0065
Goiás	0,29	0,003	0,0030	-1,41	-0,016	0,0305
Mato Grosso	-1,11	-0,015	0,0035	-11,89	-0,161	0,0387
Mato Grosso do Sul	-0,80	-0,010	0,0018	1,12	0,014	0,0063
Brasil	8,97	0,001	0,0031	168,44	0,024	0,0067

Notas: EV em R\$ milhões de 1996.

REV em % da renda disponível referencial.

PIB em variação percentual em termos reais.

FIGURA 4
Resultados estaduais: variação equivalente

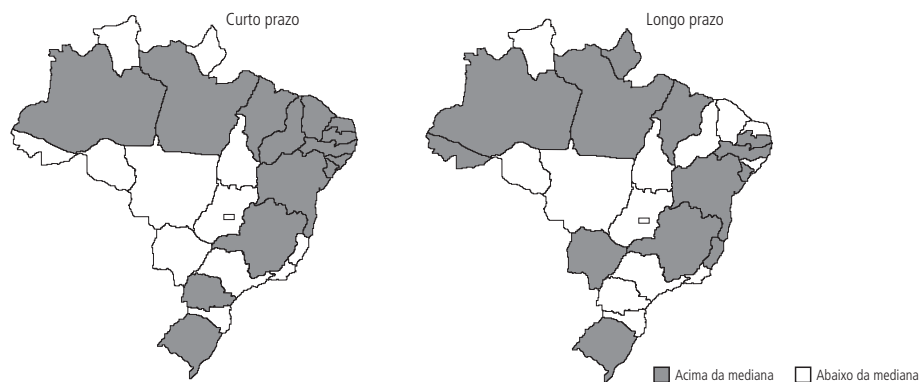


FIGURA 5
Resultados estaduais: variação equivalente relativa

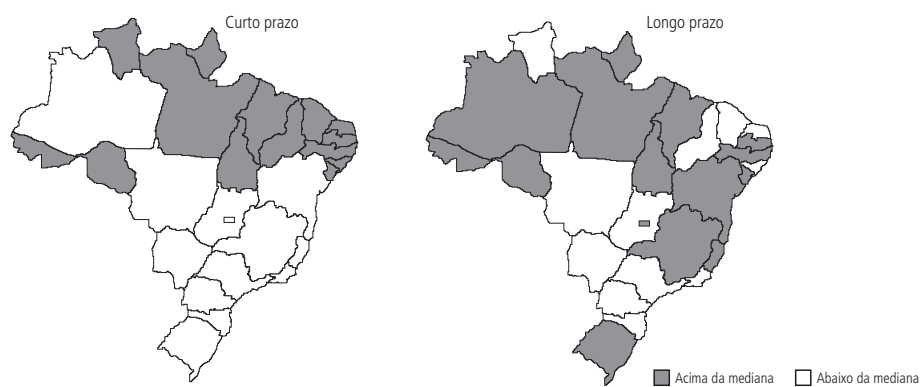
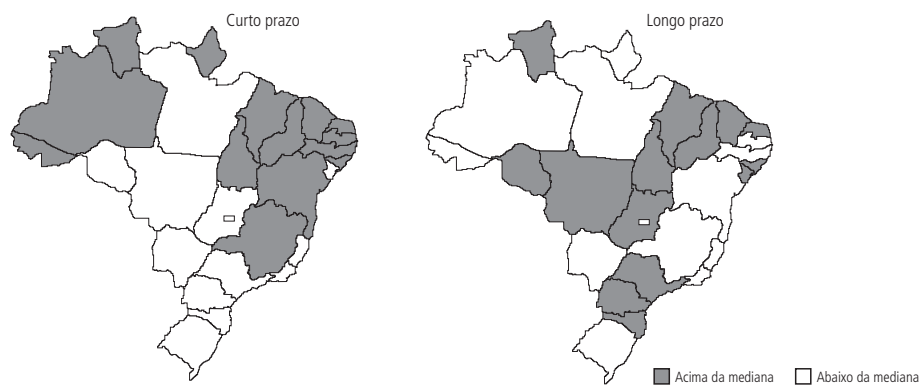


FIGURA 6
Resultados estaduais: variação do PIB real



dade dominante; no entanto, os estados que se sobressaem encontram-se localizados na periferia imediata de um centro de gravidade econômico ampliado.

Em termos de eficiência, os estados da região Nordeste e da porção mais ocidental da região Norte são os mais beneficiados, possivelmente devido aos ganhos de eficiência sistêmica que lhes permitem produzir a custos mais baixos com insumos mais baratos do Centro-Sul. No longo prazo, contudo, parece ocorrer também um efeito realocização associado à ampliação de mercados de regiões dinâmicas, tais como São Paulo, Paraná e Santa Catarina, além de Mato Grosso e Rondônia, que conseguem explorar retornos crescentes de escala.

Em resumo, no curto prazo, com restrições mais fortes pelo lado da oferta, o ajuste da economia acaba favorecendo estados que se beneficiam da redução de custos de insumos, enquanto no longo prazo, com a oferta flexibilizada, o ajuste possibilita que a expansão potencial de mercados de economias que exploram retornos crescentes de escala seja realizada, fazendo com que ganhos relativos de vantagem competitiva atraiam novos investimentos produtivos para essas regiões.

4.2 Ligações de transporte analiticamente relevantes

Haddad (2004) argumenta que a incerteza em relação às magnitudes dos choques e dos parâmetros de modelos IEGC demanda uma avaliação formal da robustez de seus resultados. Além disso, sugere que é necessário também um melhor entendimento dos mecanismos de funcionamento de modelos IEGC através da sistematização das informações sobre parâmetros, choques e fluxos do banco de dados que seriam analiticamente mais importantes para a geração dos resultados de um modelo. Para lidar com esse último ponto de maneira sistemática, introduziremos técnicas de decomposição dos resultados da simulação básica de longo prazo, levando em conta a contribuição específica de cada choque. Em outras palavras, consideraremos explicitamente o papel da redução de custo de transporte em cada ligação intra e interestadual – 27×27 no total – sobre os resultados do modelo.¹⁷

A técnica de decomposição adotada é baseada na teoria de subtotais incorporada ao *software* GEMPACK e apresentada detalhadamente em Harrison, Horridge e Pearson (1999). Em simulações com choques em algumas variáveis exógenas, os resultados mostram o efeito conjunto de todos os choques sobre as variáveis endógenas. Técnicas de decomposição permitem-nos isolar as contribuições específicas dos diferentes choques ou grupos de choques para os resultados totais.

Daremos atenção, em nossa análise, à importância relativa de cada elo de transporte para diferentes dimensões de política regional, considerando impactos

17. A especificação do modelo B-MARIA-27 permite-nos contemplar a dimensão bidirecional de uma ligação de transporte entre duas regiões.

sobre o bem-estar e o crescimento. Mudanças econômicas em uma determinada localidade resultam em potenciais efeitos sobre outras regiões em consonância com os padrões de interação espacial existentes. Essa constatação é de grande importância para a avaliação dos efeitos de políticas de transporte, especialmente bem identificadas, sobre as regiões de uma nação.

Richardson (1973) aponta duas formas básicas de classificação do padrão de interação entre duas regiões: a primeira delas é a *complementaridade*. Nessa abordagem, o crescimento econômico agregado é visto como o somatório dos crescimentos regionais e as regiões não são consideradas rivais umas das outras. O desenvolvimento é visto como uma característica inerente a uma região, de modo que as políticas de bem-estar devem se concentrar na maximização do crescimento de uma determinada localidade ou região, já que implicaria também a maximização do crescimento nacional como um todo. A segunda forma de interação entre as regiões é a *competição*: nessa abordagem, as regiões disputam um determinado nível de crescimento nacional predeterminado, em uma espécie de jogo de soma zero, no qual o crescimento de uma região só se dá a partir da retração de pelo menos uma outra. A recomendação de política de bem-estar, nesse caso, é a maximização do crescimento nacional com uma regra de distribuição ótima dos frutos desse desenvolvimento entre as regiões.

Como observado por Nazara, Sonis e Hewings (2000), essa classificação contém duas noções de interação inter-regional: relações verticais (nação-região) e horizontais (região-região). Assume-se que as primeiras possuem um perfil complementar, ao passo que as segundas podem adquirir um caráter de complementaridade ou competição, conforme os efeitos do crescimento de uma região sobre outra. É claro que essas definições não esgotam todas as possibilidades de interação entre as regiões, não sendo a competição necessariamente ruim, mas representam um bom ponto de partida para a análise dos efeitos de políticas de desenvolvimento regional.

Os objetivos de uma política de transporte podem variar, sendo os mais gerais associados ao aumento da eficiência sistêmica ou de uma região específica, e ao aumento do bem-estar nacional ou regional. Como os padrões de interação entre os estados brasileiros apresentam as mais diversas formas de complementaridade e competição (PEROBELLI, 2004), intervenções na infra-estrutura espacial engendram efeitos regionais diferenciados para cada tipo de objetivo de política contemplado. Para lidar com essa questão, analisaremos, a seguir, os impactos da simulação básica de longo prazo sobre o bem-estar e o crescimento, considerando efeitos nacionais e efeitos macrorregionais específicos, uma vez que o meio mais eficaz para se atingir um objetivo de política varia de acordo com o próprio objetivo.¹⁸

18. Para uma discussão a respeito, ver Tinbergen (1966).

As figuras 7 a 18 apresentam os resultados da redução de custos de transporte entre pares de origem e destino para diferentes objetivos de políticas, ilustrando a flexibilidade analítica do instrumental utilizado neste trabalho. Consideramos, explicitamente, ligações de transporte entre estados de uma macrorregião (relações intra-regionais) e entre estados de macrorregiões distintas (relações inter-regionais). Consideramos, também, as estimativas de suas contribuições para cada resultado específico de política. Assim, para se obter uma perspectiva mais detalhada das ligações de transporte analiticamente relevantes para um dado objetivo de política (crescimento/bem-estar regional/nacional), os resultados foram decompostos em ligações entre estados. As ligações-chave para diferentes objetivos de política são destacadas nas figuras.

A inspeção dos resultados revela algumas características importantes das relações entre custos de transporte e acessibilidade, por um lado, e eficiência e equidade regional, por outro, no contexto do sistema inter-regional brasileiro.

De maneira geral, esses resultados desvendam algumas peculiaridades do sistema inter-regional brasileiro no âmbito dessas simulações: *a*) ganhos de bem-estar regional estão relacionados ao melhor acesso a outros mercados regionais, e, em termos relativos, as regiões Norte e Nordeste se beneficiam mais do melhor acesso às regiões mais desenvolvidas; *b*) ganhos de eficiência regional estão fortemente associados ao acesso à região Sudeste; *c*) ganhos de bem-estar nacional são amplificados, no curto e no longo prazos, pelo aumento da acessibilidade da região Nordeste aos mercados do Sudeste; e *d*) em termos de eficiência sistêmica, ganhos maiores aparecem na redução dos custos de transação entre os estados do Sudeste e do Sul, que apresentam a possibilidade de exploração de retornos crescentes de escala.

Em termos de bem-estar regional, o padrão que emerge em relação às principais ligações de transporte incorpora três elementos principais: *a*) dentro de cada região, a redução dos custos de transação intra-estaduais, referentes a economias que, de alguma forma, exercem um papel de polarização no contexto regional – Amazonas e Pará, no Norte; Bahia e Pernambuco, no Nordeste; Rio de Janeiro e São Paulo, no Sudeste; Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, no Sul; e Distrito Federal, no Centro-Oeste –, geram efeitos relevantes sobre o bem-estar regional; *b*) o efeito de melhor acessibilidade das principais economias polarizadoras em cada região (Pará, Pernambuco, São Paulo, Rio Grande do Sul, Distrito Federal) aos seus principais mercados estaduais revela-se, também, como elemento importante para o aumento do bem-estar na região em que se localiza; e *c*) a melhoria generalizada de acesso ao mercado de São Paulo possui implicações positivas para o bem-estar de todas as macrorregiões, devido ao papel de polarização sistêmica exercido pelo estado. No que tange ao bem-estar nacional, as ligações de transporte que se destacam estão preponderantemente associadas aos fluxos comerciais do Estado de São Paulo (importações e exportações), bem como à redução de custos de transporte intra-estaduais de nove estados.

FIGURA 7
Ligações de transporte interestaduais analiticamente mais importantes para o aumento no longo prazo do bem-estar da região Norte

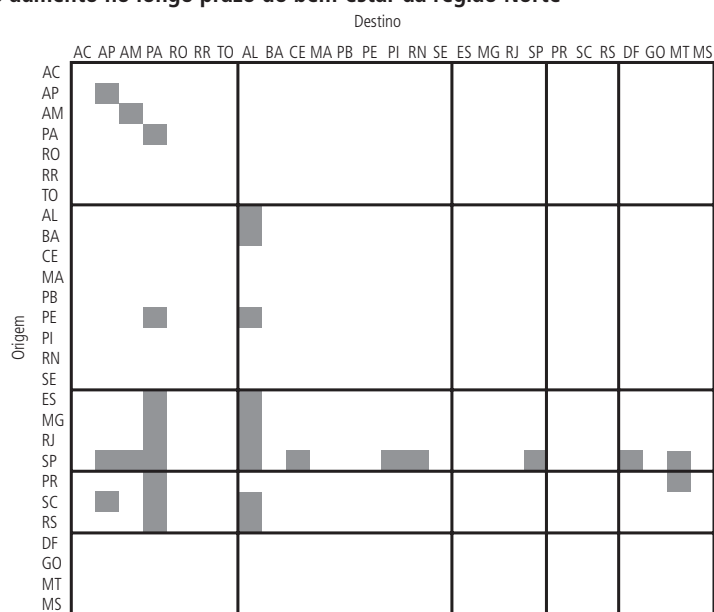


FIGURA 8
Ligações de transporte interestaduais analiticamente mais importantes para o aumento no longo prazo do bem-estar da região Nordeste

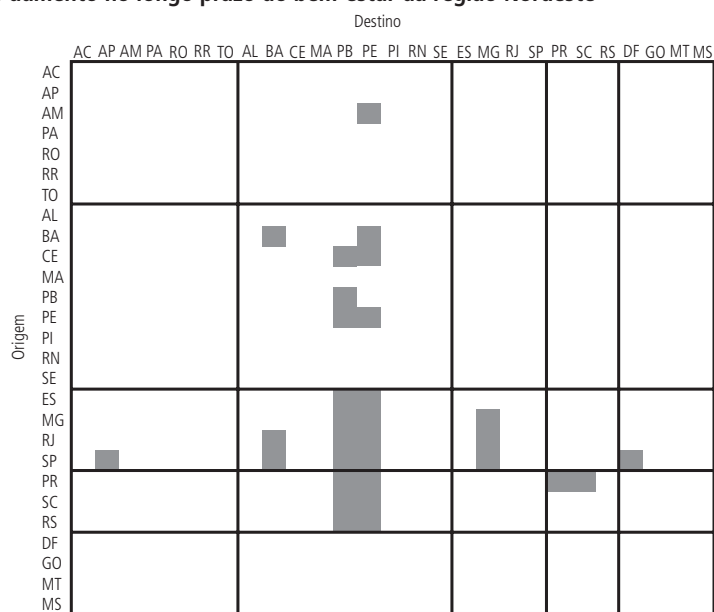


FIGURA 9

Ligações de transporte interestaduais analiticamente mais importantes para o aumento no longo prazo do bem-estar da região Sudeste

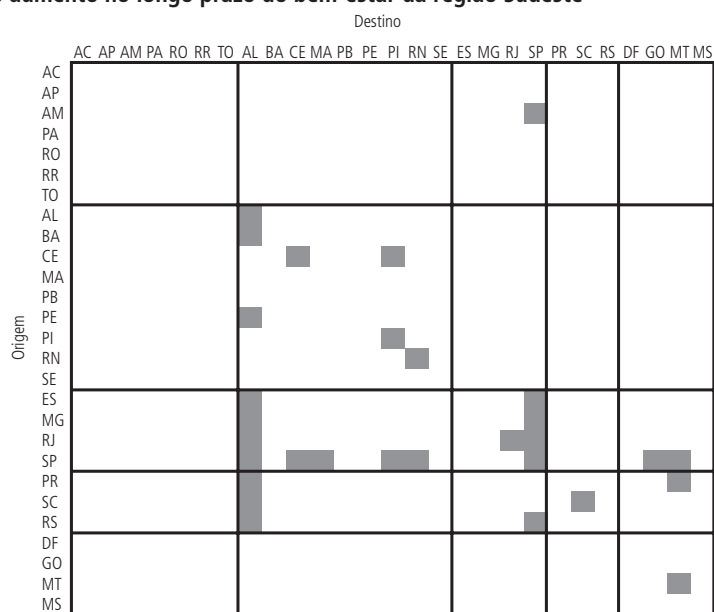


FIGURA 10

Ligações de transporte interestaduais analiticamente mais importantes para o aumento no longo prazo do bem-estar da região Sul

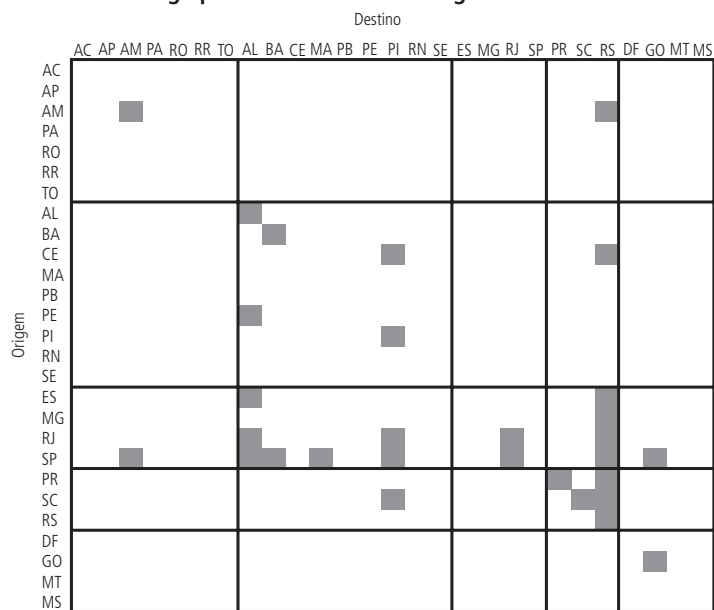


FIGURA 11
Ligações de transporte interestaduais analiticamente mais importantes para o aumento no longo prazo do bem-estar da região Centro-Oeste

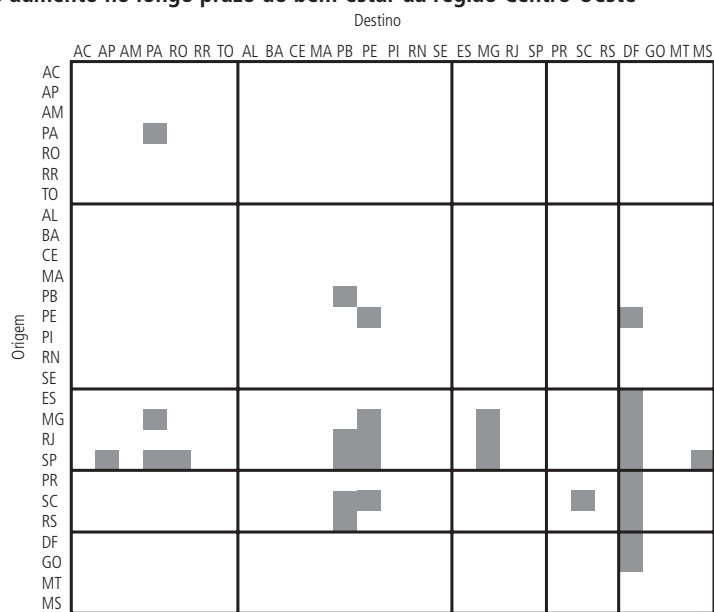


FIGURA 12
Ligações de transporte interestaduais analiticamente mais importantes para o aumento no longo prazo do bem-estar nacional

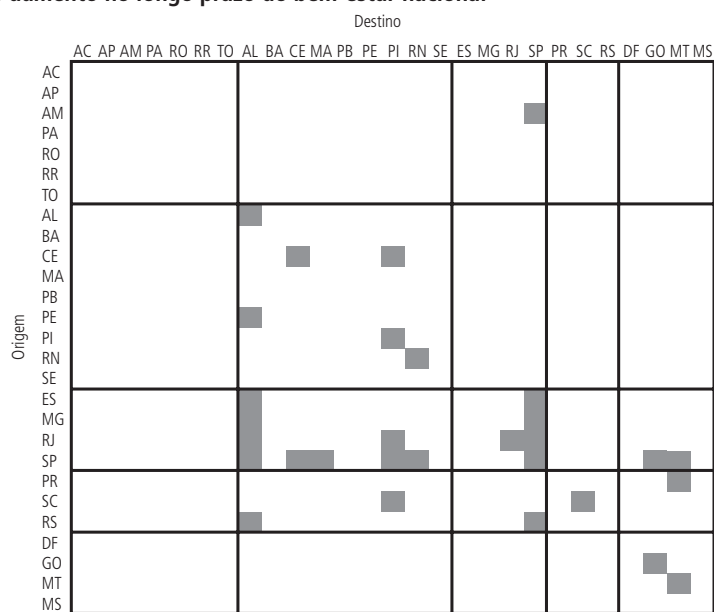


FIGURA 13

Ligações de transporte interestaduais analiticamente mais importantes para o crescimento no longo prazo do PIB da região Norte

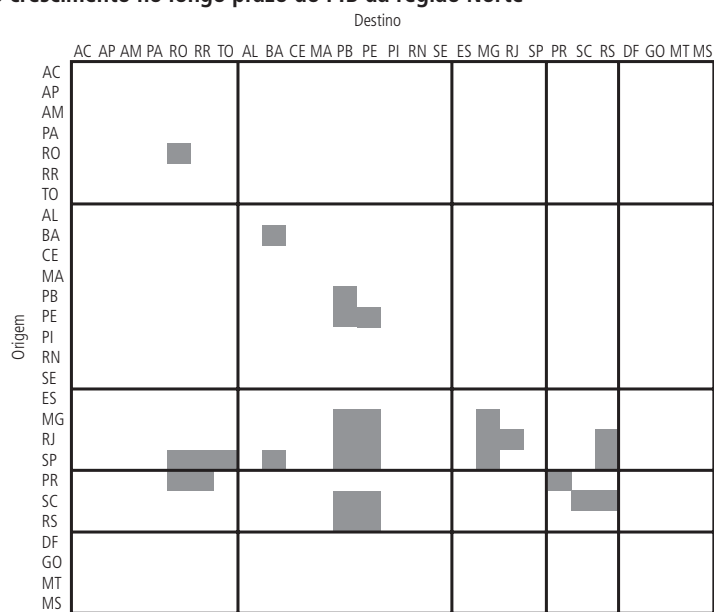


FIGURA 14

Ligações de transporte interestaduais analiticamente mais importantes para o crescimento no longo prazo do PIB da região Nordeste

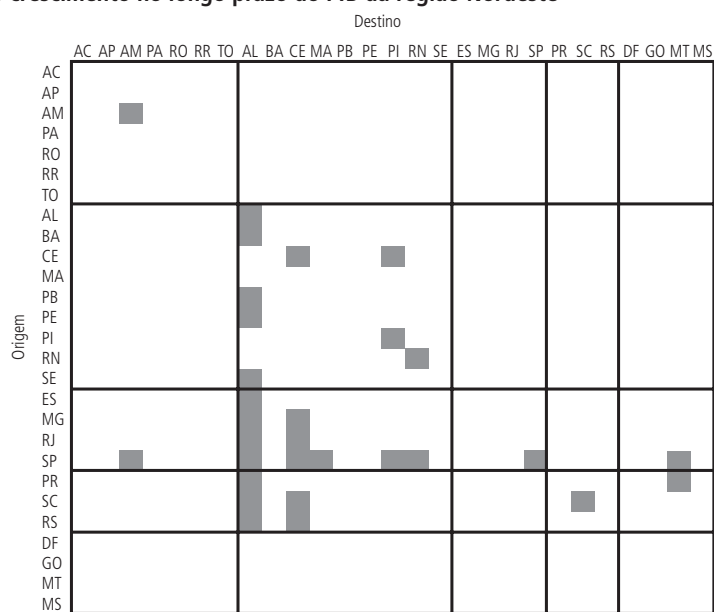


FIGURA 15
Ligações de transporte interestaduais analiticamente mais importantes para o crescimento no longo prazo do PIB da região Sudeste

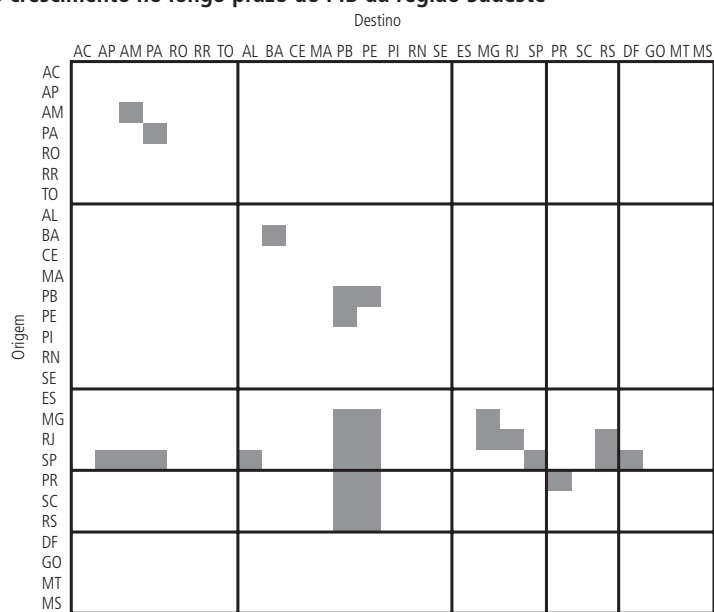


FIGURA 16
Ligações de transporte interestaduais analiticamente mais importantes para o crescimento no longo prazo do PIB da região Sul

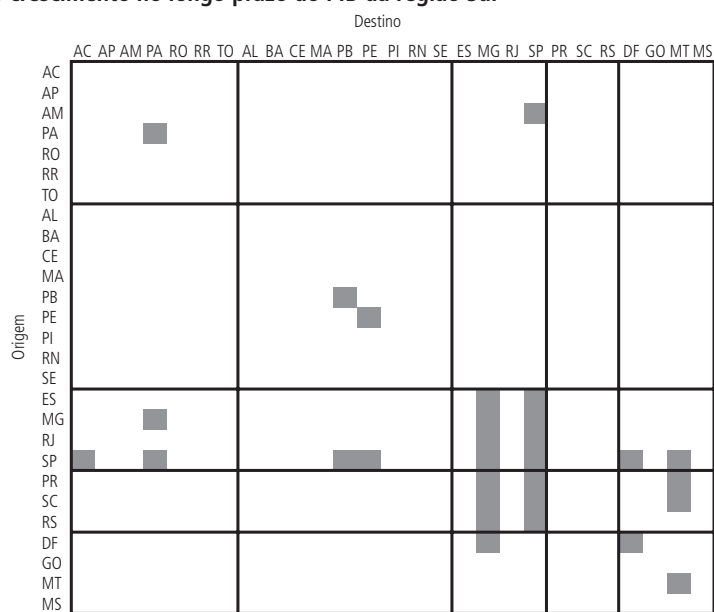


FIGURA 17

Ligações de transporte interestaduais analiticamente mais importantes para o crescimento no longo prazo do PIB da região Centro-Oeste

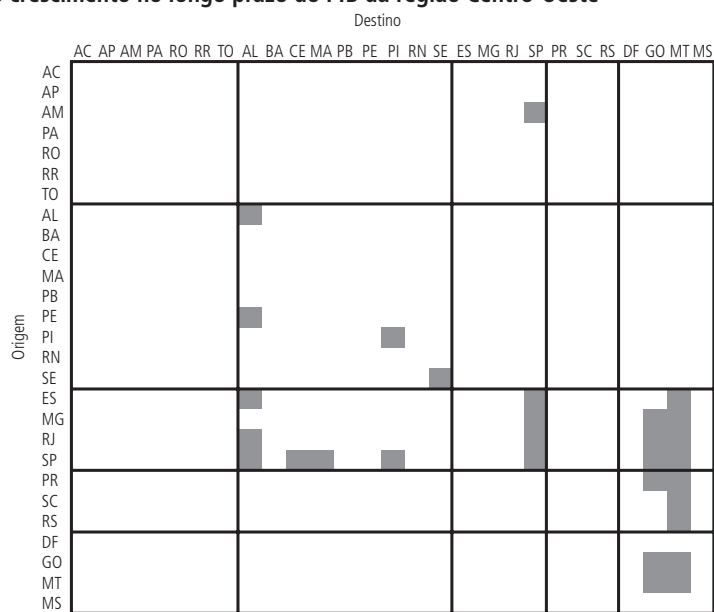
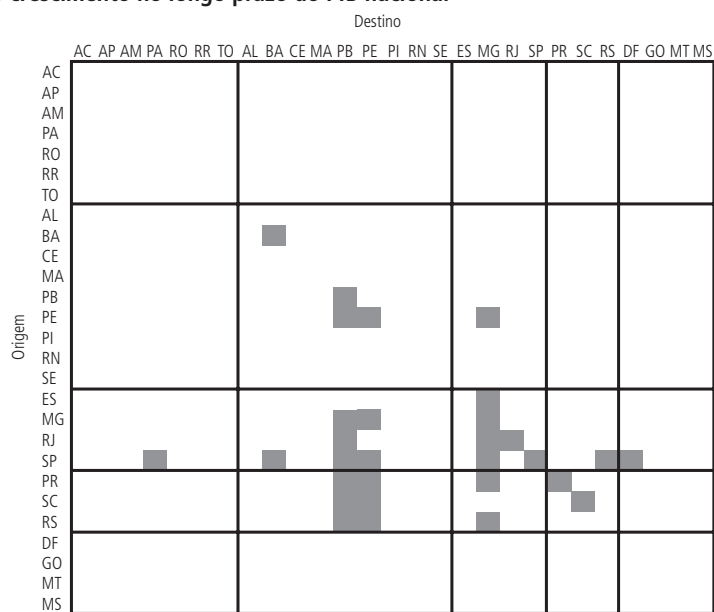


FIGURA 18

Ligações de transporte interestaduais analiticamente mais importantes para o crescimento no longo prazo do PIB nacional



O padrão aparente das ligações de transporte analiticamente relevantes para o crescimento macrorregional apresenta, como elementos de destaque, o acesso aos mercados de insumos do Sudeste e do Sul, bem como o aumento da eficiência interna das economias estaduais, de maneira generalizada.¹⁹

A análise precedente ainda pode ser rebatida em uma dimensão espacial mais apropriada para fins de políticas de transporte, uma vez que cada elo entre dois estados pode ser traduzido em ligações de transporte georreferenciadas. Analisemos o caso do aumento da eficiência sistêmica como objetivo de política (figura 18). Se considerarmos as 30 ligações mais relevantes para o aumento do PIB real no longo prazo, 28 delas encontram-se espacialmente concentradas em uma porção oriental do país que inclui os seguintes estados: Paraíba, Pernambuco, Bahia, Espírito Santo, Minas Gerais, Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul (figura 19).

Considerando-se apenas os eixos de transporte estruturais (corredores de transporte) da malha rodoviária existente, as rodovias federais longitudinais²⁰ são candidatas a ligações físicas de transporte relevantes para a competitividade sistêmica no Brasil. Os estados mencionados encontram-se na “área de influência direta” de duas delas: a BR-101, que se estende do Rio Grande do Norte até o Rio Grande do Sul, seguindo o contorno do litoral brasileiro, e a BR-116, cujo traçado começa no Ceará, chegando até o Rio Grande do Sul (figura 20). Um estudo mais detalhado dessas rodovias seria o próximo passo para se buscar possibilidades de políticas de transporte com o objetivo de crescimento nacional no contexto da estrutura espacial existente no Brasil.

FIGURA 19

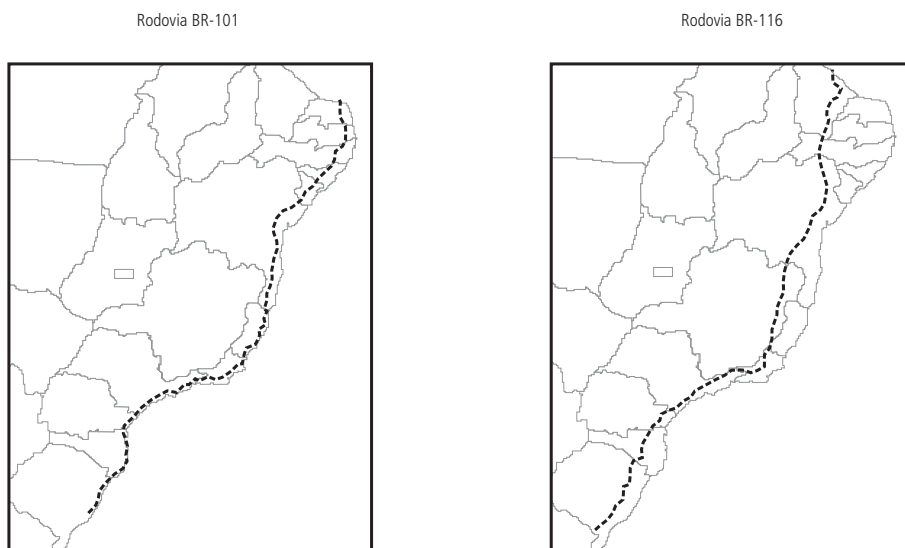
Estados relacionados às ligações de transporte analiticamente mais relevantes para o aumento da competitividade sistêmica do Brasil



19. Conforme apresentado, essa metodologia permite a identificação de ligações analiticamente relevantes para objetivos específicos de política econômica, cuja inspeção mais detalhada fugiria ao escopo deste trabalho.

20. As rodovias federais são classificadas em radiais, longitudinais, transversais, diagonais e de ligação.

FIGURA 20

Rodovias federais selecionadas

Fonte: Ministério dos Transportes.

5 CONCLUSÕES

O objetivo deste trabalho foi analisar a relação entre custos de transporte e suas implicações sobre eficiência e equidade regional, no caso brasileiro. A metodologia empregada integrou um modelo IEGC a um modelo de transporte georreferenciado, alcançando satisfatoriamente nosso objetivo.

No caso específico da modelagem de custos de transporte, a estratégia adotada considerou os apelos teóricos mais sólidos e consistentes da inclusão de um setor de transporte regional no modelo IEGC, e um conjunto de informações mais detalhadas sobre a infra-estrutura de transporte do sistema inter-regional, explicitadas através de um modelo de transporte integrado ao modelo IEGC. A integração dos modelos representa uma abordagem unificada que nos permitiu analisar o papel da infra-estrutura de transporte na alocação espacial dos recursos. A modelagem explícita de custos de transporte, em um modelo IEGC integrado a um modelo de transporte georreferenciado, proporcionou um instrumental extremamente poderoso para auxiliar o processo de definição de projetos prioritários, com ênfase na focalização espacial, que objetivem otimizar o valor dos benefícios do desenvolvimento econômico regional.

As aplicações ilustrativas do modelo B-MARIA-27 exploraram suas potencialidades analíticas para lidar com questões relacionadas ao sistema de trans-

porte e suas relações com o espaço econômico. As propriedades do modelo foram exploradas em um conjunto de simulações consistindo na redução generalizada dos custos de transporte entre e dentro das regiões brasileiras, considerando dois ambientes econômicos (fechamentos), refletindo o curto e o longo prazos. A idéia foi avaliar os ganhos potenciais de eficiência sistêmica associados a ganhos de qualidade da infra-estrutura de apoio às atividades econômicas, notadamente da infra-estrutura de transporte, bem como suas implicações espaciais.

Os principais resultados apontam para uma “armadilha espacial” polarizada pelo centro de gravidade da economia do país. Em outras palavras, a posição central do Estado de São Paulo e de seu entorno ainda exerce forte influência sobre os processos espaciais da economia brasileira. No curto prazo, essa influência faz-se notar através do papel da economia paulista como ponto focal de convergência de acessibilidade que otimiza bem-estar e eficiência das economias periféricas.²¹ Ganhos de bem-estar regional, assim como ganhos de eficiência regional, estão fortemente associados à melhor acessibilidade aos mercados do Sudeste, principalmente São Paulo; além disso, em termos de eficiência sistêmica, a redução dos custos de transação entre estados do Sudeste e do Sul, que apresentam a possibilidade de exploração de retornos crescentes de escala, mostrou-se como o principal mecanismo para alavancar o crescimento nacional. No longo prazo, efeitos de realocação, associados à ampliação de mercados de regiões dinâmicas, parecem reforçar a concentração das atividades econômicas.

Deve-se ressaltar que os resultados alcançados neste trabalho apresentam as limitações estruturais inerentes a modelos EGC de maneira mais ampla, que merecem ser explicitadas. Esses modelos conseguem capturar apenas os efeitos associados à chamada “questão do efeito estático” de uma mudança de política; ou seja, dada a estrutura da economia em questão, análises de impacto podem ser feitas em um arcabouço de estática comparativa. Mudanças estruturais devem ser entendidas apenas como realocação de recursos no espaço econômico. A “questão da trajetória temporal dinâmica”, que envolve temas tais como tecnologia, aprendizado, externalidades e economia política, faz parte do núcleo conceitual de mudanças estruturais, mas não é incorporada em nossos resultados. Até que ponto essa “armadilha espacial” da economia brasileira refere-se a uma “armadilha estrutural” dos métodos empregados permanece uma questão a ser perseguida.

21. Este papel desempenhado pela economia paulista pode ser percebido por meio da análise da matriz de comércio interestadual do Brasil, utilizada na calibragem do modelo B-MARIA-27 (www.econ.fea.usp.br/nereus).

ABSTRACT

The purpose of this paper is threefold. First, we present a flexible analytical framework, based on sound and consistent economic theory and data, in order to assess the likely state/sectoral/income effects of changes in transportation policy in Brazil. This is the first fully operational interstate CGE model implemented for the Brazilian economy, based on previous work by the author and associates. Among the features embedded in this framework, modeling of scale economies and transportation costs provides an innovative way of dealing explicitly with theoretical issues related to integrated regional systems. Results seem to reinforce the need for better specifying spatial interactions in interregional CGE models. Second, in order to illustrate the analytical capability of the CGE module, we present a set of simulations, evaluating the regional impacts of a decrease in transportation costs, in accordance with recent policy developments in Brazil. Rather than providing a critical evaluation of this debate, we intend to emphasize the likely structural impacts of such policies. Third, previous diagnostics suggested the need to make a more in-depth analysis of trade flows among the Brazilian states, potentially leading to generalizations regarding the type of trade involved, changes in its composition through time as the Brazilian economy develops, and the implications of these structural differences in the coordination and implementation of development policies. In order to address this issue we give interregional trade its proper place by taking into account a fully specified interstate system of accounts specially developed for the purpose of calibrating the CGE model.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, E. S. *Um modelo de equilíbrio geral aplicado espacial para planejamento e análise de políticas de transporte*. Tese (Doutorado em Economia) – São Paulo, FEA/USP, 2003.
- ASANO, S.; FIUZA, E. P. S. An analysis of the Brazilian consumer behavior: a microeconomic study based on regional price indexes and metropolitan household expenditures. In: FUKUCHI, T.; CAVALCANTI, M. A. F. H. (Eds.). *Modeling the Brazilian economy: macroeconomics, security and consumer demand*. Rio de Janeiro, Ipea, 2003.
- AZZONI, C. R. Book review: regional inequality and structural changes – lessons from the Brazilian experience. *Papers in Regional Science*, v. 83, n. 2, 2001.
- BAER, W.; HADDAD, E. A.; HEWINGS, G. J. D. The regional impact of neo-liberal policies in Brazil. *Revista de Economia Aplicada*, v. 2, n. 2, 1998.
- BRÖCKER, J.; SCHNEIDER, M. How does economic development in Eastern Europe affect Austria's regions? A multiregional general equilibrium framework. *Journal of Regional Science*, v. 42, n. 2, p. 257-285, 2002.
- CASTRO, N.; CARRIS, L.; RODRIGUES, B. *Custos de transporte e a estrutura espacial do comércio interestadual brasileiro*. Nêmesis, 1999. <http://www.nemesis.org.br/>.
- CUKROWSKI, J.; FISCHER, M. M. Theory of comparative advantage: do transportation costs matter? *Journal of Regional Science*, v. 40, n. 2, p. 311-322, 2000.
- DIXON, P. D.; RIMMER, M. T. *Dynamic general equilibrium modelling for forecasting and policy: a practical guide and documentation of MONASH*. Amsterdam: North-Holland, 2002.
- DOMINGUES, E. P. *Dimensão regional e setorial da integração brasileira na área de livre comércio das Américas*. Tese (Doutorado em Economia) – São Paulo, FEA/USP, 2002.

DOMINGUES, E. P.; HADDAD, E. A. Política tributária e re-localização. *Revista Brasileira de Economia*, v. 57, n. 4, 2003.

HADDAD, E. A. *Regional inequality and structural changes: lessons from the Brazilian experience*. Aldershot: Ashgate, 1999.

———. *Retornos crescentes, custos de transporte e crescimento regional*. Tese (livre-docência em Economia) – São Paulo, FEA/USP, 2004.

———.; AZZONI, C. R. Trade liberalization and location: geographical shifts in the Brazilian economic structure. In: GUILHOTO, J. J. M.; HEWINGS, G. J. D. (Eds.). *Structure and structural change in the Brazilian economy*. Aldershot: Ashgate, 2001.

———.; DOMINGUES, E. P. EFES – Um modelo aplicado de equilíbrio geral para a economia brasileira: projeções setoriais para 1999-2004. *Estudos Econômicos*, v. 31, n.1, 2001.

———.; HEWINGS, G. J. D. *The theoretical specification of B-MARIA*. Regional Economics Applications Laboratory, University of Illinois at Urbana-Champaign, Nov. 1997 (Discussion Paper REAL 97-T-5).

———. The short-run regional effects of new investments and technological upgrade in the Brazilian automobile industry: an interregional CGE analysis. *Oxford Development Studies*, v. 27, n. 3, p. 359-383, 1999. Special Issue on Technology and Economic Development.

———. Trade and regional development: international and interregional competitiveness in Brazil. In: JOHANSEN, B.; STOUGH, R. (Eds.). *Theories of regional development: lessons for policies of regional economic renewal*. Springer-Verlag, 2000.

———. Transportation costs and regional development: an interregional CGE analysis. In: FRIEDRICH, P.; JUTILA, S. (Eds.). *Policies of regional competition*. Nomos Verlagsgesellschaft: Baden-Baden, 2001.

———.; BAER, W. The spatial formation of the Brazilian economy: historical overview and future trends. *Geographia Polonica*, v. 72, n.1, 1999.

———.; PETER, M. Input-output systems in regional and interregional CGE modeling. In: HEWINGS, G. J. D.; SONIS, M.; BOYCE, D. (Eds.). *Trade, networks and hierarchies*. Berlin: Springer-Verlag, 2002.

HARRISON, J. W.; HORRIDGE, M. J.; PEARSON, K. R. *Decomposing simulation results with respect to exogenous shocks*. CoPS/IMPACT, May 1999 (Working Paper Number IP-73).

ISARD, W.; AZIS, I. J.; DRENNAN, M. P.; MILLER, R. E.; SALTZMAN, S.; THORBECKE, E. *Methods of interregional and regional analysis*. Aldershot: Ashgate, 1998.

LAYARD, P. R. G.; WALTERS, A. A. *Microeconomic theory*. McGraw-Hill, 1978.

MANSORI, K. F. The geographic effects of trade liberalization with increasing returns in transportation. *Journal of Regional Science*, v. 43, n. 2, p. 249-268, 2003.

McCANN, P. *Urban and regional economics*. Oxford University Press, 2001.

NAZARA, S.; SONIS, M.; HEWINGS, G. J. D. *Interregional competition and complementarity in Indonesia*. Regional Economic Applications Laboratory, University of Illinois at Urbana-Champaign, 2001 (Discussion Paper REAL 00-T-11).

PEROBELLI, F. S. *Análise das interações econômicas entre os estados brasileiros*. Tese (Doutorado em Economia) – São Paulo, FEA/USP 2004.

POLENSKE, K. R. Book review: regional inequality and structural changes – lessons from the Brazilian experience. *Journal of Regional Science*, v. 42, n. 2, 2002.

PORSSE, A. *Competição tributária regional, externalidades fiscais e federalismo no Brasil: uma abordagem de equilíbrio geral computável*. Tese (Doutorado em Economia) – Porto Alegre, FEA/UFRGS, 2005.

RICHARDSON, H. W. *Regional growth theory*. Bristol: Macmillan, 1973.

SIRIWARDANA, M. Book review: regional inequality and structural changes – lessons from the Brazilian experience. *Economic Systems Research*, v. 13, n.1, 2001.

TINBERGEN, J. *Economic policy: principles and design*. Third Edition. Amsterdam: North Holland, 1966.

TOURINHO, O. A. F.; KUME, H.; PEDROSO, A. C. S. *Elasticidades de Armington para o Brasil: 1986-2001*. Rio de Janeiro, Ipea, 2002 (Texto para discussão, n. 901).

WEISBROD, G.; TREYZ, F. Productivity and accessibility: bridging project-specific and macroeconomic analysis of transportation investments. *Journal of Transportation and Statistics*, p. 65-79, Oct. 1998.

(Originais recebidos em março de 2006. Revistos em agosto de 2006.)