

IS THE TRUTH OUT THERE? AVALIANDO AS OPÇÕES DE INTEGRAÇÃO ECONÔMICA PARA O BRASIL

Eduardo Almeida

Professor Adjunto da UFJF e Pesquisador do CNPq
E-mail: eduardo.almeida@ufjf.edu.br

Joaquim José Martins Guilhoto

Professor Titular da FEA/USP, Pesquisador do REAL/UIUC e
Pesquisador do CNPq
E-mail: guilhoto@usp.br

RESUMO O foco da estratégia de integração do governo brasileiro nos últimos anos tem se concentrado em acordos de integração econômica externa tanto em negociações Norte-Sul quanto Sul-Sul. Contudo, tais negociações, baseadas na redução de barreiras tarifárias e não-tarifárias, enfrentam sérias dificuldades para a sua concretização. O presente artigo tem o objetivo de avaliar opções de integração econômica, mas baseadas na redução dos custos de transporte. Para isso, foi elaborado um modelo de equilíbrio geral aplicado espacial para análise de políticas de integração econômica no país. Esse modelo incorpora explicitamente os custos de transporte como uma barreira de comércio. Ademais, o modelo é especificado para as cinco macro-regiões brasileiras e cinco regiões externas (Nafta, Ásia, União Européia, a Comunidade Sul-Americana e o resto do mundo), com três fatores de produção (mão-de-obra, capital humano e outros fatores). Foram simuladas diversas opções de integração econômica com o objetivo de se analisar quais são as melhores opções de integração abertas ao País, avaliadas sob o prisma da eficiência econômica e da equidade regional. Os resultados obtidos mostram que a opção da integração econômica interna pode ser mais viável do que a integração externa no sentido de ser uma fonte de ganhos de bem-estar social e de promoção de equidade regional.

Código JEL: R13

Palavras-chave: integração econômica, modelo de equilíbrio geral aplicado espacial e custos de transporte

ABSTRACT The Brazilian integration strategy has been focused on agreements based upon North-South and South-South negotiations. However, such negotiations based upon tariffs and non-tariff barriers face serious troubles to be done. This paper is aimed at appraising options of economic integration policies based upon the

reduction of transport costs. To do this, a spatial applied general equilibrium model was elaborated for analyzing economic integration policies in the country. This model incorporates explicitly transport costs as a trade barrier. The model is specified for five Brazilian macro-regions and five external regions (Nafta, Asia, European Union, South-American Community and rest of the world), with three production factors (unskilled labor, human capital and other factors). Several economic integration options were simulated in order to analyze the best ones for the country, appraised in terms of economic efficiency and regional equity. The findings show the option of the domestic economic integration might be more viable than the external one in terms of social welfare gains and promotion of regional equity.

Key words: economic integration, spatial applied general equilibrium model, transport costs

1. Introdução

Integrar economicamente países ou regiões envolve a redução de barreiras ao comércio. O foco primário da estratégia de integração do governo brasileiro nos últimos anos tem sido tentar celebrar acordos de integração econômica externa tanto em negociações Norte-Sul (Alca, Mercosul/União Européia e a Rodada Doha da Organização Mundial do Comércio) quanto Sul-Sul (fortalecimento do Mercosul, Comunidade Sul-Americana de Países e acordos bilaterais com China e Índia, entre outros), baseadas na redução das tarifas e de barreiras não-tarifárias (eg. cotas, barreiras técnicas, subsídios de produção e de exportação etc). Todavia, esse caminho de negociações multilaterais ou regionais baseada na redução dessas barreiras de comércio enfrenta sérias dificuldades para a sua concretização. Cada uma dessas negociações reúne uma quantidade considerável de dificuldades, cuja remoção é complicada e extremamente morosa, envolvendo a confecção de uma verdadeira “engenharia diplomática”.⁸

Na literatura, a maioria dos trabalhos sobre integração econômica ou política comercial procura simular impactos na economia brasileira em decorrência do aumento dos fluxos de comércio exterior de acordos, como Alca, Mercosul, União Européia, resultante de redução das barreiras tarifárias e não-tarifárias (Castilho, 2001 e 2002; De Negri *et al.*, 2003; De Negri e Arbache, 2003; Decreux e Guérin, 2001; Domingues, 2002; Domingues e Lemos, 2004; Ferreira Filho, 2004; Fonseca e Hidalgo, 2004; Haddad *et al.*, 2001; Harrison *et al.* 2002; Kume e Piani, 2004; Lirio e Campos, 2003; Perobelli e Haddad, 2005; Reis e Campos, 2003; Roland-Holst e Van Der Mensbrugge, 2001; Watenuki e Montenegro, 2003).

Dado o malogro da formação da Área de Livre Comércio das Américas (Alca), do fracasso da Rodada Doha da OMC e do retrocesso no processo de liberalização do Mercosul, a questão que aflora é: não haveria outras alternativas de integração econômica, menos tortuosas e mais céleres?

Outra análise possível é a integração econômica física baseada na redução de custos de transporte, uma outra barreira de comércio. Nesse caso, entende-se a integração, como algo que transcende o aspecto econômico, e atinge também o aspecto físico, relativo à infra-estrutura, na qual os transportes desempenham papel de destaque. Como exemplo disso, não custa lembrar um conjunto de iniciativas lançadas que vão da rodovia do Mercosul, passando pelo gasoduto boliviano e pelo projeto que fornecerá ao Brasil a sua saída para o Pacífico, representado pela construção da rodovia transoceânica, saindo do território brasileiro, e que cruzará o Peru até um porto no oceano Pacífico. Mais recentemente, o governo venezuelano propôs a construção do Gasoduto do Sul, que escoaria o gás natural da Venezuela para os mercados consumidores do Brasil e Argentina.⁹

⁸ Kume *et al.* (2005) notaram que as negociações “Sul-Sul” não têm revelado dificuldades menores do que as enfrentadas no âmbito “Norte-Sul”.

⁹ Pode-se dizer que a própria construção da usina hidrelétrica de Itaipu, no empreendimento binacional com o Paraguai, no começo dos anos oitenta, pode ser classificado como uma proto-iniciativa na direção de uma integração física sul-americana, baseada na infra-estrutura.

Não obstante, essa opção de integração econômica enfrenta dificuldades, tais como a própria necessidade de celebrar acordos internacionais de construção e compartilhamento de infra-estrutura, negociando e definindo bem as obrigações de cada país, a tradicional instabilidade política dos países sul-americanos, as resistências ideológicas e as desconfianças históricas que emergem de tentativas de acordos envolvendo integração física.

Diante desse quadro, uma pergunta de pesquisa interessante seria acerca da oportunidade de prover infra-estrutura a fim de promover integração econômica interna física, em vez de privilegiar iniciativas de construção compartilhada de infra-estrutura de transporte com outros países. É possível pensar na integração interna como uma real opção para se atingir ganhos de bem-estar social e a promoção da equidade regional.

Assim sendo, vale a pena avaliar a opção de integração econômica interna vis-à-vis a externa a fim de poder comparar os benefícios econômicos para a economia brasileira. Convém notar que essa opção depende apenas da disposição do governo brasileiro, prescindindo da montagem de uma complexa engenharia diplomática, extremamente morosa e/ou arriscada. A lógica da estratégia de uma integração interna baseia-se apenas na redução dos custos de transporte, entendidos como sendo uma barreira ao comércio inter-regional.

Os benefícios dessas opções de integração econômica para a economia brasileira ainda não foram avaliadas na literatura, não encontrando trabalho algum que tenha abordado esse tema, muito relevante agora depois do fracasso da Rodada Doha da OMC e de outras iniciativas de integração baseadas na redução de tarifas e barreiras não-tarifárias.

O método utilizado para realizar a comparação dos efeitos da integração econômica externa e a interna para a economia brasileira é a construção de um modelo de equilíbrio geral aplicado espacial para a economia brasileira, o modelo BRASIL-SPACE, incorporando explicitamente os custos de transporte e alimentado por uma ampla base de dados, retratando a estrutura econômica do país.

Os resultados obtidos a partir da simulação dos experimentos controlados são interessantes, mostrando que a opção da integração econômica interna pode ser mais viável no sentido do que a integração externa de ser uma fonte de ganhos de bem-estar social e de promoção de equidade regional.

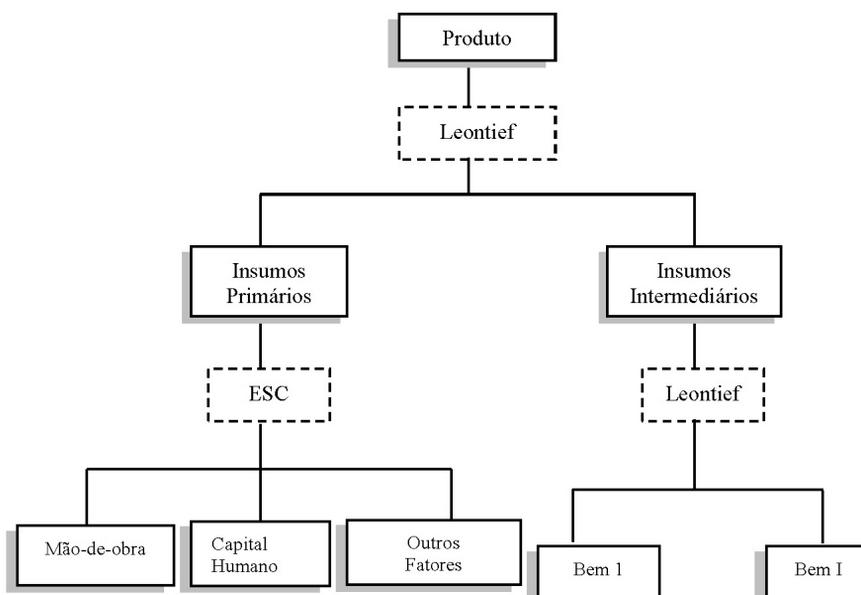
Esse trabalho está organizado em cinco seções, incluindo esta de natureza eminentemente introdutória. Na próxima seção, apresenta-se o modelo de equilíbrio geral aplicado espacial elaborado para análise de políticas comerciais e de integração econômica. Na terceira seção, são expostas as diversas fontes necessárias para compor o banco de dados, que alimenta o modelo, e os procedimentos de tratamento dos dados. Na quarta seção, são descritos os experimentos controlados para simular as opções de integração econômica, além de serem reportados e discutidos os resultados dos experimentos simulados pelo modelo. Na derradeira seção do trabalho, são tecidas as considerações finais.

2. Modelo

Serão agora fornecidas as linhas gerais do modelo BRASIL-SPACE, baseado na metodologia desenvolvida por Bröcker (1998) e Bröcker e Schneider (2002). Supõe-se uma economia aberta com I setores, $i=1, \dots, I$, R regiões, $r=1, \dots, R$, e L regiões externas, $l=1, \dots, L$. Há quatro tipos de atividades, a saber, **produção**, feita por $I \times R$ firmas representativas; **transporte**, efetuado por $I \times R$ agentes de transporte; **demanda final**, que é a atividade exercida por R famílias representativas (uma em cada região), que ganham sua renda por vender seus fatores primários para as firmas; e **exportação**, executada por $I \times L$ agentes de exportação.¹⁰

Cada região abriga I firmas representativas, uma família representativa e I agentes de transporte. Na esfera produtiva, a firma i na região r fabrica bens do setor i na região r por meio de um conjunto de funções de produção homogêneas lineares, usando como insumos os bens de todos os tipos, $i=1, \dots, I$, de *pool* regional e fatores primários de todos os tipos, $k=1, \dots, K$, como insumos.

Figura 1
Árvore de Substituição da Atividade de Produção



¹⁰ Para a relação das equações e das condições de equilíbrio do modelo BRASIL-SPACE, consulte o anexo a esse artigo.

A especificação da figura 1 define dois níveis hierarquizados de otimização no processo produtivo das firmas em cada região. No primeiro nível de hierarquia, assume-se que há uma combinação em proporção fixa no uso dos insumos intermediários e primários (mão-de-obra, capital humano e outros fatores) por meio de uma tecnologia Leontief, portanto sem possibilidade de haver substituição entre si. No segundo nível, as firmas podem adquirir, no mercado, unidades de valor adicionado, compostas por mão-de-obra (L), capital humano (H) e outros fatores (N), agregadas segundo uma função do tipo elasticidade de substituição constante (ESC), com possibilidade de haver substituição entre os insumos primários. Paralelamente, as firmas compram insumos intermediários i de acordo com uma especificação Leontief.

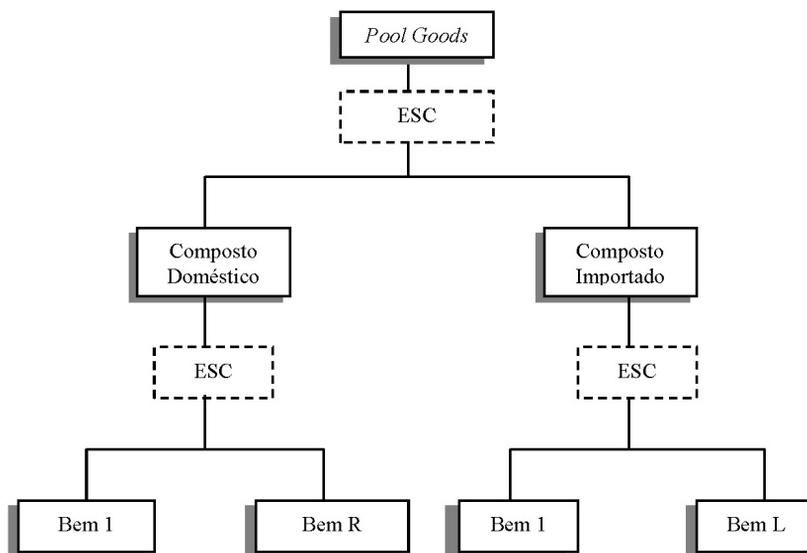
Na esfera do transporte, o agente transportador i na região s é responsável por transformar, por intermédio de uma tecnologia homogênea linear do tipo ESC, produções do setor i em todas as regiões, $r=1, \dots, R$, incluindo a própria região s , e os bens importados de todas as regiões externas $l=1, \dots, L$ em *pool goods* do tipo i disponível em s .

A especificação da tecnologia de transporte tem de levar em conta que essa atividade gera um serviço produzido que depende da distância econômica, ou seja, tanto da distância geográfica quanto do frete da mercadoria. Uma vez que o modelo é espacial, os preços dos bens incorporam os custos de transporte, entendidos como necessários a fim de transferir mercadorias através das regiões. Portanto, existe uma fricção ou uma barreira para o comércio inter-regional, que, para superá-la, envolve custos. Em consonância com essa idéia, adotam-se custos de transporte do tipo *iceberg*, que, originalmente, significam que uma parte do bem transportado dissipa-se com o próprio processo de transporte. Isso é equivalente a pensar que uma parcela da mercadoria “derreteu-se” no processo de transporte (como um *iceberg* avançando além mar).

Apesar de parecer muito restritivo no sentido de que esse tipo de custo *iceberg* seria válido somente para alguns bens, na verdade, não se deve perder de vista que este tipo de custo é apenas uma metáfora para se modelar uma idéia geral de custo de transporte. No modelo, como todos os bens precisam superar o espaço geográfico para chegar às regiões de consumo, e adotando a dualidade na produção, a função de custo mínimo é expresso pelos preços dos bens, acrescidos dos custos de transporte, formando os preços dos *pool goods*, segundo a metáfora do custo *iceberg*.¹¹

¹¹ Modelar custos de transporte como custos do tipo *iceberg* é tradicional na literatura econômica. O primeiro autor a propor isso foi Samuelson (1954). Fujita *et al.* (1999) utilizam custos de transporte do tipo *iceberg* em seus modelos espaciais baseados na Nova Geografia Econômica.

Figura 2
Árvore de Substituição da Atividade de Transporte



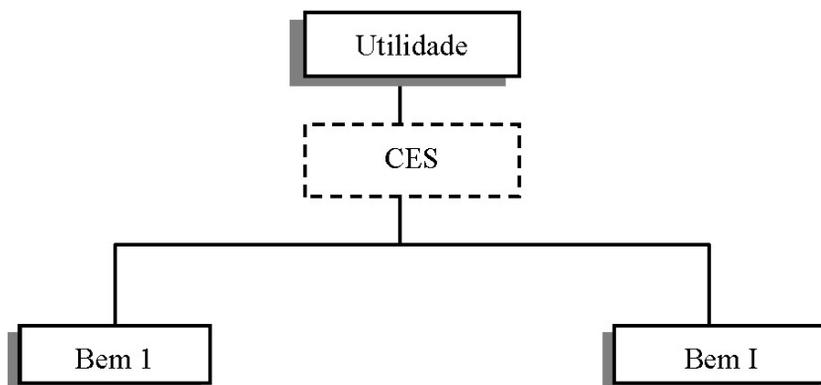
Na figura 2, em cada região, há dois níveis de otimização da atividade de transporte. No segundo nível, os bens produzidos domesticamente em R regiões de origem são agregados, usando uma função ESC, para formar o composto doméstico, enquanto que os bens importados de L regiões externas são combinados para formar o composto importado. No primeiro nível, o bem composto doméstico e o bem composto importado das regiões externas também são combinados novamente por intermédio da tecnologia ESC.

A especificação de Armington é adotada no comércio exterior ou inter-regional para fazer a diferenciação das mercadorias de acordo com o país ou a região de origem. Assim, no comércio exterior ou inter-regional, essa especificação rejeita o pressuposto de que os bens são perfeitamente substitutos, reconhecendo que, entre eles, existe um grau imperfeito de substitutibilidade (veja a figura 2).

No âmbito do consumo, a família representativa na região s obtém sua renda por vender os fatores que ela possui para as firmas e gasta essa renda plenamente em mercadorias nos *pool goods* $i=1, \dots, I$ da região onde reside. Do consumo de tais mercadorias a família usufrui bem-estar, descrita por uma função utilidade homogênea linear do tipo elasticidade substituição constante (ESC). A quantidade dos fatores possuída pela família representativa em cada região é dada exogenamente.

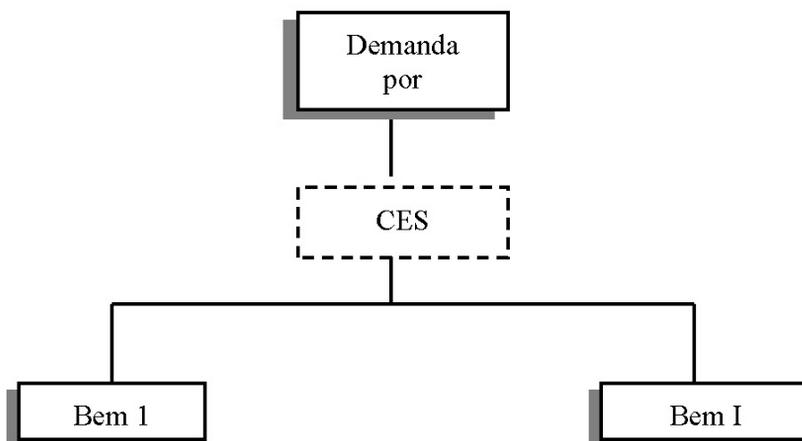
Na figura 3, em cada região, existe um único nível de otimização da família representativa na sua estrutura de preferências: os bens (*pool goods*) consumidos são agregados segundo uma função ESC.

Figura 3
Árvore de Substituição da Atividade de Demanda Final



O setor externo do modelo, por sua vez, é representado por um conjunto de funções de demanda por exportações e de oferta de importações. Existem L regiões externas e, em cada região externa l , há I agentes exportadores, que formam *pool goods* destinados à exportação, a partir do transporte de produtos originários de todas as regiões domésticas r (veja a figura 4).

Figura 4
Árvore de Substituição da Atividade de Exportação

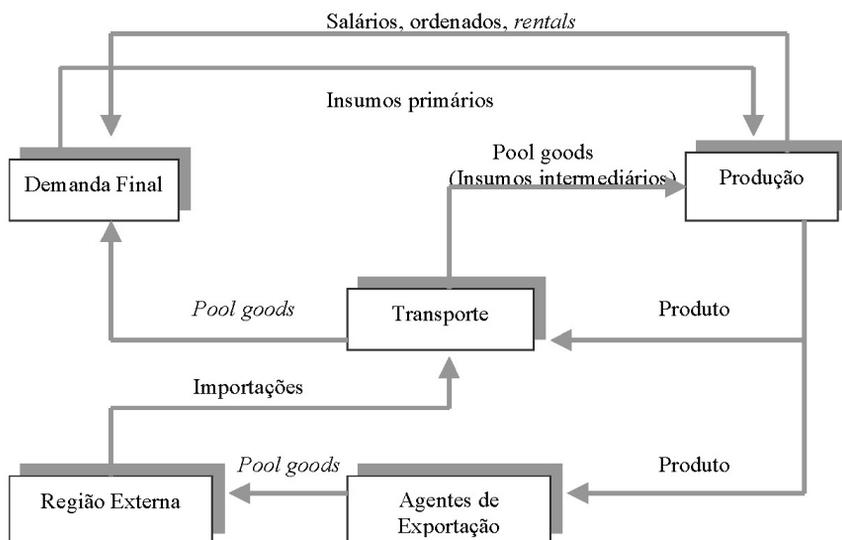


O modelo BRASIL-SPACE assume um ambiente de concorrência perfeita, em que firmas, agentes de transporte e agentes exportadores minimizam custos. Esse modelo é especificado para realizar análise de estática comparativa: simula-se um choque ou política que altera o ponto de equilíbrio, fazendo com que o sistema econômico atinja um outro ponto de equilíbrio. Assim, os resultados obtidos do modelo, com a análise de políticas, podem ser interpretados como sendo os que prevaleceriam no longo prazo.

A estrutura teórica do modelo envolve um sistema de equações altamente não-linear. Aplicando o algoritmo de Newton-Raphson, a solução é alcançada quando se encontra um vetor de preços de fatores e um vetor de preços de importações para os quais todos os excessos de demanda por fatores e o excesso de demanda por importações sejam nulos (ou alternativamente, que os mercados de fatores e de importações estejam equilibrados).

Um resumo das principais relações do modelo, em que os agentes econômicos estão envolvidos nas atividades especificadas acima, é dado na figura 5. Convém notar o papel central desempenhado pelos agentes de transporte, deixando claro que a principal utilidade do modelo é a implementação de experimentos controlados que envolvam a alteração dos custos de transporte.

Figura 5
Principais Relações do Modelo BRASIL-SPACE



Fonte: Elaboração própria.

3. Banco de Dados

O modelo é especificado para as cinco regiões domésticas, representadas pelas macro-regiões brasileiras: Norte, Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste e Sul. O modelo é aberto com cinco regiões externas, representadas pelos seguintes blocos de países, Nafta (EUA, Canadá e México), CS (a Comunidade Sul-Americana, composta pelos países da América do Sul), UE (os países da União Européia), Ásia (os países asiáticos) e RM (o restante dos países no mundo).

Quanto à divisão setorial, o modelo é dividido em sete setores: agropecuária (AGP), extrativa mineral (MIN), agroindústria (TAG), o restante da indústria de transformação (RTR), serviços industriais de utilidade pública (SIU), construção civil (CON) e serviços (SER). Essa desagregação setorial tentou captar o mais próximo possível o setor do agronegócio, sendo composto explicitamente pela agropecuária (AGP) e pela agroindústria (TAG). Isso foi feito porque choques ou políticas que beneficiam a agropecuária tendem, por mecanismos diretos e indiretos de relação intersetorial, favorecer a agroindústria.

O modelo é especificado para três insumos primários: mão-de-obra, L , capital humano, H , e outros fatores, N . Para a efetiva implementação do modelo com a especificação dada acima, são necessários sete tipos de informação para compor a estrutura numérica do modelo:

- a) Dados de insumo-produto para o Brasil;
- b) Distâncias inter-regionais;
- c) Distâncias entre as macro-regiões e as regiões externas;
- d) Fretes rodoviários, ferroviários e hidroviários;
- e) Dados de emprego regional por setor;
- f) Remunerações de fatores de produção por macro-região;
- g) Estruturas de substituição nas formas funcionais e outras elasticidades.

Quanto aos dados de insumo-produto para a economia brasileira, a matriz adotada no banco de dados do modelo foi elaborada por Guilhoto (2003) para o ano-base de 1999, fruto da atualização da matriz de insumo-produto (MIP) original disponibilizada pelo IBGE. Essa tabela de insumo-produto é composta por 42 setores, definidos pelo IBGE, a preços de mercado.

Essa matriz é complementada com outras informações adicionais para dar origem à tabela de insumo-produto que serve de principal manancial de dados para a implementação do modelo. Além disso, são necessários alguns ajustamentos e agregações para transformar em uma tabela de insumo-produto com sete setores.

Como a matriz de insumo-produto é para 1999, resolveu-se utilizar este ano como o de referência para o banco de dados, no sentido de buscar as outras informações para esse ano-base ou, na impossibilidade de encontrá-las, coligir aquelas de ano mais próximo deste.

Ainda no que tange à matriz de insumo-produto usada no modelo, vale a pena tecer alguns comentários a respeito de suas características. O único componente da demanda final desagregado são as exportações. Os outros componentes – consumo

das famílias, aquisições do governo, formação bruta de capital físico e variação de estoques - estão consolidados na coluna de demanda final. Outro aspecto a ser destacado é que o valor adicionado é desagregado em contribuições aos insumos primários e em importações, discriminadas em região de origem.

Além de precisar atender às identidades básicas da contabilidade nacional, a matriz de insumo-produto satisfaz a certas condições de consistência microeconômica impostas pela estrutura teórica do modelo. Uma condição para essa consistência requer que o resultado da multiplicação do número de empregados não-qualificados pelos salários através das regiões para cada setor deve ser igual ao valor adicionado da mão-de-obra (L), para cada setor, que consta na matriz de insumo-produto. Semelhantemente, a multiplicação dos trabalhadores qualificados (capital humano, H) pelos ordenados recebidos por região e setor equivale, em valor, ao componente referente ao capital humano da MIP.

Na tabela original de insumo-produto, havia apenas informação para o total de exportações e o total de importações. Esses totais foram abertos pela proporção das exportações brasileiras para as regiões externas sobre as exportações totais. Essas proporções foram apuradas a partir das informações para o comércio exterior do Brasil com as regiões externas, obtidas da base de dados do modelo de equilíbrio geral aplicado global GTAP, versão 6, desenvolvido na Universidade de Perdue, nos EUA.

Houve a necessidade de compatibilizar setorialmente o modelo GTAP com o modelo BRASIL-SPACE. Assim, as informações sobre as exportações e importações para os 57 produtos considerados pelo modelo GTAP foram agregados nos sete setores do modelo aqui elaborado.

A divisão do valor adicionado da tabela de insumo-produto entre os três insumos primários adotados no modelo (L , H e N) foi efetuada consoante o seguinte procedimento. Em primeiro lugar, na matriz de insumo-produto de 1999, somou-se o item “remunerações” com “rendimentos de autônomos” para compor a massa de salários e ordenados. Posteriormente, essa massa foi repartida pela proporção dos rendimentos do trabalho (mão-de-obra e capital humano) obtida da PNAD. Foi considerada mão-de-obra (L) as pessoas, e seus rendimentos percebidos, classificadas nos oito primeiros grupos ocupacionais de trabalhadores (de OCC1 a OCC8), cujo teto salarial é de R\$700. Capital humano (H) foi definido como os trabalhadores e seus rendimentos nos dois últimos grupos ocupacionais: OCC9 (de R\$701 até R\$ 1.200) e OCC10 (mais que R\$ 1.200).

Como se observa, optou-se em definir o capital humano não em termos de escolaridade, como muitos trabalhos fazem, porque isso pode ser enganoso, mas em termos de faixa salarial. Esse último critério é mais fiel ao conceito puro de capital humano que inclui não apenas escolaridade, mas também experiência e treinamento no emprego. Além disso, o capital humano assim definido é manifestado no mercado de trabalho por intermédio de seus rendimentos.

Os salários regionais para o fator de produção mão-de-obra foram computados conforme uma média ponderada pelo número de empregados não-qualificados (L) por grupo ocupacional e por região, obtidos da PNAD de 2001. Em cada macro-região,

foi obtido o salário de cada grupo ocupacional por intermédio da divisão da massa de salário do grupo ocupacional pelo número de empregados do respectivo grupo ocupacional. Posteriormente, calculou-se uma média ponderada desses salários, tendo como peso o número de trabalhadores do grupo ocupacional. Foram usados os grupos ocupacionais OCC1 até o OCC8 para apurar essa remuneração da mão-de-obra.

Os ordenados regionais (ou seja, a remuneração do capital humano) foram obtidos de acordo com um procedimento semelhante. Em cada macro-região, foi obtido o ordenado para dois grupos ocupacionais (OCC9 e OCC10) que caracterizam o capital humano (H), dividindo-se a massa de ordenados do grupo ocupacional pelo número de empregados do respectivo grupo ocupacional. Posteriormente, calculou-se uma média ponderada desses ordenados, tendo por peso o número de trabalhadores qualificados do grupo ocupacional.

Os outros fatores (N) foram considerados perfeitamente móveis através das regiões. Logo, a remuneração dos outros fatores (r) é a mesma em qualquer região considerada. Em consonância com essa idéia, a normalização da remuneração dos outros fatores implica assumir o mesmo valor unitário para todas as regiões.

O modelo BRASIL-SPACE é de natureza espacial, logo incorpora os custos de transporte necessários para a transferência de mercadorias produzidas pelos setores através das regiões, em que a distância desempenha relevante papel. Porém, o que se leva em conta no modelo são distâncias econômicas, isto é, além da distância geográfica, consideram-se os fretes das mercadorias para se definir os custos de transporte.

Buscou-se obter fretes baseados no transporte intermodal de cargas e não apenas os do transporte rodoviário, como costuma acontecer na maioria dos trabalhos. Assim, no modelo BRASIL-SPACE, serão considerados os modais rodoviário, ferroviário e hidroviário para a composição do frete intermodal, sendo que esses três modais respondem por aproximadamente 95% da movimentação de cargas no Brasil para 1999 (Anuário Estatístico do Transporte do Geipot, 2000).¹²

Os fretes de transporte introduzidos no modelo são expressos como participações do transporte intermodal no valor do produto do setor.

A fonte de dados para estimar os fretes rodoviário e hidroviário é oriunda do Sistema de Fretes de Cargas Agrícolas (Sifreca/Esalq). Neste sistema, existem dados de frete rodoviário para o setor agropecuário (AGP), extrativo mineral (MIN) e para alguns produtos da indústria de transformação vinculada à agropecuária (TAG), enquanto que, para o hidroviário, somente existem fretes para o setor agropecuário.

A fonte de dados para a estimação dos fretes ferroviários é proveniente de uma amostra da Rede Ferroviária Federal S.A, com mais de vinte mil fretes efetuados para os setores AGP, MIN, TAG e RTR entre os meses de janeiro e dezembro de 1998, referindo-se a todas as malhas ferroviárias oriundas da própria RFFSA que já estavam privatizadas nessa época e ainda a Estrada de Ferro Vitória- Minas e a Estrada de Ferro

¹² O transporte aeroviário foi excluído pela sua pouca importância, uma vez que é usado para a transferência de bens de elevado valor adicionado em circunstâncias especiais, e pela dificuldade de se encontrar dados de fretes aéreos para rotas. O dutoviário não foi considerado por ser usado em poucos tipos de bens e pelo fato de que as dutovias são propriedades das empresas (e.g. Petrobrás, Fosfertil etc).

Carajás, pertencente a Cia. Vale do Rio Doce. A única ferrovia que não está incluída na amostra é a malha paulista da FEPASA (Teixeira Filho, 2001).

A seguir é descrito o procedimento desenvolvido de apuração dos fretes intermodais de transporte em três etapas.

Na primeira etapa, para estimar o frete típico, foram feitas regressões, escolhendo o melhor modelo por meio dos critérios de informação de Akaike (AIC) e de Shwartz (SC) e, de posse desse modelo, computou-se o frete médio condicional à distância média e da tonelagem média e do valor médio da mercadoria transportada da amostra de dados, no caso do ferroviário.¹³ Para o rodoviário e o hidroviário, computou-se o frete médio condicional apenas à distância média da respectiva amostra.

A próxima etapa foi computar o frete intermodal de transporte por setor como sendo um média ponderada pela participação dos modais na matriz de transporte de carga de 1999. Para tanto, era necessário ter informações sobre as matrizes setoriais de transporte para os três modos considerados neste trabalho, procedentes de diversas fontes. Foi adotada a matriz de transporte do Geipot para 1999 e informações especializadas do setor de transporte, com o intuito de extrair a participação de cada um desses modos no total de toneladas-quilômetros úteis (TKU) para o rodoviário, o ferroviário e o hidroviário (excluindo-se o aeroviário e o dutoviário) por setor.

Na terceira e última etapa do procedimento, a informação do valor das mercadorias por setor foi computada pela relação entre o frete intermodal e o valor médio das mercadorias por setor, informação esta obtida da amostra da Rede Ferroviária Federal S.A.

A matriz de distâncias mínimas rodoviárias entre as macro-regiões brasileiras é calculada com base na principal cidade. Essa matriz é baseada em cálculo feito pelo DNIT do Ministério dos Transportes, disponível no sítio www.dnit.gov.br. Na região Norte, a principal cidade foi considerada Belém (PA); na região Nordeste, considerou-se Recife (PE); na região Centro-Oeste, a cidade escolhida foi Goiânia; no Sudeste, São Paulo foi levada em conta, enquanto que, no Sul, Porto Alegre foi usada para se calcular a distância inter-regional.

Quanto à matriz de distância entre as macro-regiões brasileiras e as “regiões externas”, as distâncias são calculadas levando em conta cidades portuárias consideradas representativas dessas regiões externas, a saber, Nova Orleans (EUA) no Nafta; Shanghai (China) na Ásia; a cidade de Rotterdam (Holanda) na União Européia; o porto de Arica (Chile) na Comunidade Sul-Americana (CS); e Cidade do Cabo (África do Sul) como a sede do resto do Mundo (RM). Por convenção, atribuem-se valores nulos às distâncias na diagonal principal da matriz. As fontes das informações foram Geipot (1996) e sítios eletrônicos de busca de distâncias entre cidades do mundo.

¹³ No modo ferroviário, além do frete e da distância para cada rota, a amostra de RFFSA continha toneladas-úteis e valor da mercadoria transportada. Com isso, além da distância, foi possível para o frete ferroviário, fazer regressões incluindo outras variáveis independentes. De fato, pôde-se regressar o frete contra a distância, a tonelagem útil e o valor da mercadoria, permitindo, assim, uma melhor especificação, mercê de uma amostra com uma quantidade maior e mais detalhada de informações a respeito do frete.

As elasticidades adotadas no modelo foram extraídas da literatura econométrica de variadas fontes. A elasticidade de substituição mede a facilidade de se substituir os fatores de produção entre si no processo de produção. Assim, por exemplo, quanto maior a elasticidade de substituição na produção, mais fácil é substituir mão-de-obra por outros fatores. As elasticidades de substituição (σ_i^p) na produção foram extraídas da base de dados GTAP para o Brasil. Como a desagregação setorial do modelo é mais parcimoniosa daquela descrita no GTAP, houve a necessidade de computar as elasticidades médias dos setores.

Outra elasticidade relevante é a elasticidade de substituição entre bens domésticos e importados (σ_i^M). Quanto maior for essa elasticidade, maior substituição ocorrerá entre tais bens, fazendo com que os mercados de bens importados atinjam mais rapidamente seu equilíbrio (Schneider, 1998). Os valores da elasticidade de substituição entre bens importados e bens domésticos por setor são provenientes de Tourinho *et al.* (2003). Os autores calcularam essas elasticidades para 28 setores brasileiros. Mais uma vez, houve a necessidade de agregá-las para os sete setores do modelo BRASIL-SPACE por meio do cômputo de médias aritméticas.

Foram consultadas várias fontes para obter os valores da elasticidade-preço das importações (Carvalho e De Negri, 2000; Fonseca e Hidalgo, 2004; Kume *et al.*, 2004; Carvalho e Parente, 1999). Consideraram-se os mesmos valores de elasticidades no comércio com as regiões externas Nafta, CS, UE e Ásia. Excepcionalmente com relação ao resto do mundo, assumiu-se o pressuposto de país pequeno quanto à elasticidade-preço das importações. Para conseguir esse efeito, colocou-se a elasticidade de 100 no comércio com o resto do mundo (RM). Isso significa que a participação da quantidade importada pelo Brasil é insignificante em termos do mercado mundial.

Como a elasticidade de substituição de transporte é raramente adotada na literatura, dado que são poucos os modelos de equilíbrio geral aplicado do tipo espacial construídos que poderiam considerá-la, vale a pena expor a sua interpretação. Quanto mais alta a elasticidade de substituição de transporte, mais facilmente os agentes de transporte substituirão mercadorias de diferentes regiões domésticas do Brasil, conduzindo a uma maior interdependência inter-regional.

Os valores da elasticidade de substituição de transporte para os diversos setores (σ_T^i) foram baseados em cálculos tentativos de Bröcker e Schneider (2002), tendo por referência o peso do frete no valor da mercadoria. Segundo cálculos dos autores, para um intervalo de σ_T^i entre 5 e 8, o frete deveria representar de 14% a 25% do valor de transação para transportar a mercadoria por uma rota de 1.000 quilômetros. É atribuído um σ_T^i mais elevado para os produtos agropecuários, pois o frete de transporte assume um maior peso no seu transporte. Elasticidades de substituição no transporte mais baixas são assumidas para a construção e serviços, uma vez que sua respectiva produção é menos comercializável.

Foi extraída também de Bröcker e Schneider (2002) a estimativa de 0,8 para a elasticidade de substituição no consumo (σ_H). Quanto mais alta a elasticidade de substituição no consumo, mais facilmente as famílias substituem mercadorias entre si para usufruir utilidade.

As elasticidades da demanda por exportação para os setores AGP, MIN e RTR tiveram por referência a estimação econométrica feita por Carvalho e De Negri (2000). Foram consideradas as mesmas elasticidades-preços da exportação para todos os blocos, por falta de informação mais desagregada. Os valores das elasticidades estão reportados na tabela 1.

Tabela 1
Elasticidades do Modelo BRASIL-SPACE

Setor	Produção i σ_P	Importados vs. Domésticos i σ_M	Transporte i σ_T	Demanda por Exportações i ε	Oferta de Importações i μ
AGR	0.23	1.91	5.00	0.12	1.34
MIN	0.20	0.92	6.00	0.15	1.34
TAG	1.17	1.29	8.00	0.16	0.13
RTR	1.26	1.29	8.00	0.16	1.76
SIU	1.26	1.29	5.00	0.16	1.76
CON	1.40	1.29	5.00	0.16	1.76
SER	1.41	1.29	5.00	0.16	1.76

Fonte: banco de dados da pesquisa.

4. Resultados e Discussão

Os resultados obtidos nesta seção são oriundos de dois conjuntos de simulações de políticas de integração econômica. O primeiro conjunto de experimentos controlados procura simular a integração econômica externa do Brasil com as regiões externas do modelo. Para obter isso, implementa-se uma redução em 10% nas distâncias internacionais com relação à economia brasileira. Por exemplo, nesse último conjunto de experimentos, a simulação implica reduzir em 10% as distâncias do Brasil para todas as regiões externas (Ásia, Nafta, CS, UE e RM) ao mesmo tempo. A utilidade desse conjunto de experimentos é poder simular a construção de eixos de integração física, tais como rodovias, ferrovias, hidrovias, e avanços tecnológicos que melhoram o desempenho do transporte marítimo, diminuindo o tempo de viagem de navios e, portanto, a distância econômica entre as regiões. Ou seja, a integração com a Ásia, por exemplo, envolve reduzir as distâncias entre todas as regiões domésticas e a região externa Ásia, mantendo as outras distâncias constantes.

O segundo experimento contrafactual procura simular a integração interna das regiões brasileiras entre si e envolve reduzir as distâncias em 10% de cada macro-região em questão com as outras macro-regiões. Isso poderia ocorrer caso houvesse a construção de novas estradas ligando as regiões ou a melhoria da malha rodoviária inter-regional já existente, como a duplicação de estradas.

Os resultados são reportados na tabela 2. Os maiores efeitos em termos de ganhos de bem-estar social¹⁴ ocorrem quando se reduzem as distâncias individualmente para a Ásia e para a União Européia por conta de estarem mais distantes geograficamente e, com isso, uma redução – mesmo que sendo igual em termos percentuais – torna-se mais significativa. Nesse sentido, a redução das distâncias das regiões brasileiras com a Comunidade Sul-Americana (CS) provoca um reduzido impacto quanto a ganhos de bem-estar social. O coeficiente de Gini se reduz para a integração com todos os blocos, exceto com o Nafta, que registra uma elevação de 0,08%.

Não poderia se esperar outra coisa do que um significativo aumento dos ganhos de bem-estar social quando se simula o experimento “Mundo”, que implica a redução conjunta das distâncias de todas as regiões brasileiras com todas as regiões externas. Nesse caso, os ganhos de bem-estar social somam 1,18%.

O interessante é contrastar os resultados desse experimento com o do segundo experimento envolvendo a redução das distâncias entre todas as regiões domésticas, mas não implicando reduções de distâncias internacionais. Isso seria caracterizado como uma grande integração interna, por isso denominado de “Brasil”. Os ganhos de bem-estar social são de 0,86%, portanto, menores que os ganhos do experimento “Mundo”, refletindo uma menor eficiência.

Todavia o mais surpreendente é o resultado a respeito da equidade regional. O experimento “Mundo” desse conjunto de simulações exibe uma redução no coeficiente de Gini da renda regional de 0,17%. Por sua vez, a diminuição do coeficiente de Gini do experimento “Brasil” é muito maior, da ordem de 2,31%. Ou seja, este último experimento possui uma maior capacidade de combater as desigualdades de renda regional.

Quando se analisam os resultados regionalmente, outras descobertas interessantes surgem (ver tabela 3). Ao contrário do experimento “Mundo”, em que a variabilidade em torno do ganho de bem-estar médio de 1,18% é baixa através das regiões (o desvio-padrão é 0,06 e o coeficiente de variação de 5%), a variabilidade em torno do ganho de bem-estar do experimento “Brasil” é alta (desvio-padrão de 0,75 e coeficiente de variação de 88%). Agora o mais surpreendente é que nesse experimento, as regiões vencedoras – ou seja, as regiões que ostentam um ganho de bem-estar social acima da média – são as menos desenvolvidas, a saber, Norte, Nordeste e Centro-Oeste. E essas regiões menos desenvolvidas ostentam ganhos de bem-estar social maiores que o obtido com o do experimento “Mundo”. Por sua vez, a região mais desenvolvida, o Sudeste, é a que perde mais, pois seu ganho de bem-estar é o mais baixo (0,44%).

A fonte desses ganhos é proveniente da criação de comércio, proporcionada pela redução dos custos de transporte, aproveitando-se da interação inter-regional e

¹⁴ Os ganhos de bem-estar social medem os ganhos de utilidade das famílias, traduzidos em montantes monetários ou em variação percentual, pelo conceito de variação equivalente. Isso significa descobrir qual mudança na renda hipotética seria necessária efetuar a fim de que as famílias ficassem numa situação na qual a sua utilidade fosse igual à situação anterior, ou seja, à situação de referência (*benchmark*), antes de ocorrer um choque ou uma alteração de política (Bröcker, 1998).

inter-setorial já existente, representada pelas ligações para frente e para trás dos setores entre si através das regiões.

Tendo por inspiração esse conjunto de experimentos em que a distância é entendida como uma barreira ao comércio, surgiu o interesse em analisar a integração econômica externa para cada região brasileira individualmente. Nesse caso, procedeu-se a uma redução das distâncias da região doméstica em questão com todas as regiões externas. Por exemplo, nesse último conjunto de experimentos, a simulação de “NE” implica reduzir em 10% as distâncias da região Nordeste para todas as regiões externas (Ásia, Nafta, CS, UE e RM) ao mesmo tempo.

Os resultados estão reportados na tabela 4 (veja as colunas com a rubrica “E”, referentes a essa simulação em particular). Em termos de ganhos de bem-estar, o experimento “Sudeste” (SE) revela o maior ganho, da ordem de 0,64%, seguida pelo “Nordeste” (NE) e “Sul” (S), com 0,23% para ambos.

Influenciado pelo experimento “Brasil”, aflora uma interessante pergunta de pesquisa: qual seria o impacto para as regiões brasileiras individualmente de uma maior integração interna física dela com o restante das outras regiões brasileiras?

Esse conjunto de experimentos, portanto, envolve reduzir as distâncias em 10% de uma região em questão, por exemplo, o Sudeste (SE), com as outras regiões. Os resultados são muito interessantes e estão reportados na tabela 4 (veja as colunas “I”, referentes ao experimento da integração interna). Em comparação com os experimentos de integração física externa, os ganhos de bem-estar social dos experimentos de integração física interna para as regiões brasileiras são maiores, com exceção da região Sudeste (SE), mas, mesmo assim, neste caso, a diferença é pequena.

Com exceção das regiões Norte e Nordeste individualmente, existe um melhor combate às desigualdades da renda regional com os experimentos que simulam a integração física interna em comparação com a integração externa. Isso pode ser explicado pela maior criação de comércio gerada do que desvios de comércio engendrados por esses experimentos, em benefício das regiões menos desenvolvidas.

Porém, o mais surpreendente é que os resultados da integração física interna são superiores ao da integração física externa em termos de equidade regional, ou seja, com referência à redução de desigualdades da renda regional.

Tabela 2
Resultados Agregados (em %) para o Primeiro Conjunto de Experimentos

Setor	Ásia	Nafta	CS	UE	RM	Mundo	Brasil
Bem-estar social	0,43	0,22	0,04	0,40	0,10	1,18	0,86
Coefficiente de Gini	-0,11	0,08	-0,03	-0,08	-0,03	-0,17	-2,31

Fonte: Resultados da pesquisa.

Tabela 3
Resultados Regionais (em %) do Primeiro Conjunto de Experimentos

Região	Ásia	Nafta	CS	UE	RM	Mundo	Brasil
N	0,48	0,15	0,07	0,42	0,12	1,23	2,62
NE	0,48	0,20	0,04	0,44	0,12	1,27	1,49
SE	0,40	0,23	0,03	0,38	0,09	1,12	0,44
S	0,44	0,25	0,04	0,42	0,12	1,25	0,96
CO	0,44	0,24	0,03	0,43	0,12	1,25	1,42
Média	0,43	0,22	0,04	0,40	0,10	1,18	0,86

Fonte: Resultados da pesquisa.

Tabela 4
Resultados Agregados (em %) do Segundo Conjunto de Experimentos

	N		NE		SE		S		CO	
	E	I	E	I	E	I	E	I	E	I
Bem-estar social	0,08	0,20	0,23	0,48	0,64	0,60	0,23	0,35	0,08	0,19
Coefficiente de Gini	-1,88	-1,72	-1,53	-1,48	2,26	-0,63	0,95	0,15	-0,30	-0,53

Fonte: Resultados da pesquisa.

Notas: E significa integração externa, enquanto I denota integração interna.

5. Considerações Finais

O objetivo deste trabalho foi analisar as alternativas de política comercial e de integração econômica de forma abrangente, dentro de uma abordagem de equilíbrio geral aplicado, levando em conta a dimensão espacial, isto é, as interdependências inter-regionais e os custos de transporte. A análise foi desenvolvida sob dois enfoques: a eficiência e a equidade regional.

Passou-se, então, a simular um conjunto de experimentos contrafactuais em que o foco era a integração física que redundava em redução de distâncias entre as regiões domésticas e as regiões externas. Assim, procurava-se reduzir uma outra importante barreira ao comércio internacional, representada pelos custos de transporte.

Os resultados foram surpreendentes. Em termos de eficiência, os ganhos de bem-estar social da integração física interna são quase tão elevados quanto os obtidos da integração física externa. Não obstante, os resultados mais surpreendentes estavam por vir quando analisados sob o prisma regional. O coeficiente de Gini registra uma alta retração na integração interna, indicando que existe uma intensa promoção de equidade regional. As regiões vencedoras, na integração física interna, são as menos desenvolvidas (Norte, Nordeste e Centro-Oeste), ao passo que as perdedoras são as mais desenvolvidas (Sudeste e Sul).

O último conjunto de experimentos quis saber se, para as regiões domésticas individualmente, seria melhor a sua integração com todas as regiões externas ou com todas as outras regiões domésticas. Os resultados apontaram inequivocamente que a integração interna supera os resultados da integração externa, tanto em termos de eficiência quanto em termos de equidade.

O presente artigo sugere recomendações para os formuladores de política no Brasil. Prante negociações internacionais – baseadas em redução de tarifas e barreiras não-tarifárias – difíceis e extremamente lentas, existem outras alternativas que o país pode lançar mão para promover integração econômica. Essa alternativa é o provimento de infra-estrutura física que reduza os custos de transporte com os outros países. Uma alternativa mais viável ainda em termos de benefícios seria a promoção da integração física interna entre as regiões domésticas, provendo a infra-estrutura com o intuito de reduzir os custos de transporte dos fluxos de comércio inter-regional.

Isso não significa que não seja importante fazer acordos comerciais com outros países e se integrar externamente. A integração externa tem várias outras vantagens que o modelo BRASIL-SPACE não é capaz de capturar tais como a concorrência de novos produtos importados como um acicate para que a estrutura produtiva nacional procure mimetizar ou a necessidade de atender a consumidores muito exigentes dos mercados de outros países. Sem mencionar, os ganhos de escala que podem advir do aumento da corrente de comércio.

Mesmo assim, o presente trabalho contribui em pôr dúvida sobre o foco exclusivo na busca da integração econômica externa. Em termos de integração econômica, “*is the truth out there?*” Pode ser que sim, mas não se deve esquecer que “*the truth might be right here as well*”.

Referências Bibliográficas

- Bröcker, J. 1998 Operational Spatial Computable General Equilibrium Modeling. *The Annals of Regional Science*, vol. 32, p. 367-387.
- Bröcker, J., Schneider, M. 2002 How does economic development in Eastern Europe affect Austria's regions? A multiregional general equilibrium framework. *Journal of Regional Science*, vol. 42, nº. 2, p. 257-285.
- Carvalho, A., De Negri, J. A. 2000 *Estimação de Equações de Importação e de Exportação de Produtos Agropecuários para o Brasil 1977/1998* IPEA, texto para discussão n. 698, Rio de Janeiro.
- Carvalho, A., Parente, A. 1999 *Impactos Comerciais da Área de Livre Comércio das Américas*. IPEA, Texto para Discussão n. 635, Brasília.
- Castilho, M. R. 2001 *O acesso das exportações do Mercosul ao mercado europeu*. Texto para discussão n. 851, IPEA, Rio de Janeiro.
- Castilho, M. R. 2002 *Impactos de Acordos Comerciais sobre a Economia Brasileira: Resenha dos Trabalhos Recentes*. Texto para discussão n. 936, IPEA, Rio de Janeiro.
- De Negri, J. A., Arbache, J. e Silva, M. L. F. 2003 *A Formação da Alca e Seu Impacto no Potencial Exportador Brasileiro para os Mercados dos Estados Unidos e do Canadá*. IPEA, Texto para Discussão n. 991, Brasília.
- De Negri, J. A., Arbache, J. 2003 *O Impacto de um Acordo entre o Mercosul e a União Européia sobre o Potencial Exportador Brasileiro para o Mercado Europeu*. IPEA, Texto para Discussão n. 990, Brasília.
- Decreux, Y., Guérin, J. L. 2001 *Mercosur: free trade area with the EU or with the Americas? Some lessons from the Mirage model*. Seminário "Impacts of Trade Liberalization Agreements on Latin America and the Caribbean". CEPII e BID org., Washington.
- Domingues, E. P. 2002 *Dimensão Regional e Setorial da Integração Brasileira na Área de Livre Comércio das Américas*. Tese de doutorado, IPE-USP, São Paulo.
- Domingues, E. P., Lemos, M. B. 2004 *Impactos Inter-Regionais de Estratégias de Política Comercial para o Brasil*. Anais do Encontro Nacional de Economia, João Pessoa.
- Ferreira Filho, J. B. S. 2003 *A Área de Livre Comércio das Américas e o Desenvolvimento Regional Brasileiro*. *Anais do XLI Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia Rural*, Juiz de Fora, 2003.
- Fonseca, M. B., Hidalgo, A. B. 2004 *Os Impactos da Alca sobre as exportações agrícolas brasileiras*. Mimeo, Universidade Federal da Paraíba.

- Fujita, M., Krugman, P., Venables, Anthony J. 1999 *The spatial economy*. MIT Press, Massachusetts.
- GEIPOT, Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes. Estudo dos Corredores Bioceânicos. Ministério dos Transportes, Brasília, 1996.
- Guilhoto, J. J. M. 2003 *A matriz inter-regional de insumo-produto da economia brasileira para 1999*. Texto para discussão, ESALQ-USP.
- Haddad, E. A., Domingues, E. P., Perobelli, F. S. 2001 *Impactos Setoriais e Regionais da Integração*. In: Tironi, L. F. eds. Aspectos Estratégicos da Política Comercial Brasileira vol. I Brasília, IPEA-IPRI, 2001.
- Harrison, G., Rutherford, T., Tarr, D., Gurgel, A. 2002 *Regional, multilateral and unilateral trade policies of Mercosur for growth and poverty reduction in Brazil*. Seminário DIMAC-IPEA, Rio de Janeiro.
- Kume, H., Piani, G. 2004 *Alca: uma estimativa do impacto no comércio bilateral Brasil-Estados Unidos*. IPEA, Texto para Discussão nº 1058, Brasília.
- Kume, H., Piani, G., Miranda, P. 2005 *Índia-Mercosul: Perspectivas de um Acordo de Preferências Comerciais*. IPEA, Texto para Discussão nº 1120, Brasília.
- Lírio, V. S., Campos, A. C. 2003 *Do Mercosul à Alca: Impactos sobre as Cadeias do Agronegócio Brasileiro*. Editora UFV, Viçosa.
- Perobelli, F. S., Haddad, E. A. 2005 *Comércio internacional e interações regionais: uma análise de equilíbrio geral*. Anais do Encontro Nacional de Economia, Natal.
- Reis, B. S., Campos, A. C. 2003 *Alca: Impactos Potenciais nas Cadeias Agroindustriais do Açúcar e do Suco de Laranja*. Editora UFV, Viçosa.
- Roland-Holst, R., Van der Mensbrugge, D. 2001 *Regionalism versus globalization in the Americas: empirical evidence on opportunities and challenges*. Seminário "Impacts of Trade Liberalization Agreements on Latin America and the Caribbean". CEPII e BID org., Washington.
- Samuelson, P. The transfer problem and transport costs, II: analysis of effects of trade impediments. *The Economic Journal*, n. 64, p. 264-289, 1954.
- Schneider, M. 1998 *Modelling the effects of the future East-West trade on Austria's regions*. Tese de Doutorado, Universidade de Viena, Viena.
- Teixeira Filho, J. L. L. *Modelos Analíticos de Fretes Cobrados para o Transporte de Cargas*. Instituto Militar de Engenharia, Dissertação de Mestrado, Rio de Janeiro, 2001.
- Tourinho, O. , Kume, H., Pedroso, A. C. S. 2003 *Elasticidades de Armington para o Brasil – 1986-2002: Novas Estimativas*. IPEA, texto para discussão n. 974, Rio de Janeiro.

Watenuki, M., Montenegro, J. 2001 *Regional trade agreements for Mercosur: the FTAA and the FTA with the European Union*. Seminário “Impacts of Trade Liberalization Agreements on Latin America and the Caribbean”. CEPII e BID org., Washington.

ANEXO

ESTRUTURA FORMAL DO MODELO

A.1. Notação

j	J	Número de setores (bens produzidos)
i	I	Número de setores (<i>pool goods</i>)
r	R	Número de regiões (regiões de origem)
s	S	Número de regiões (regiões de destino)
k	K	Número de fatores primários
l	L	Número de regiões externas

Variáveis endógenas:

Quantidades:

x_s^j	JxS	Produção do setor j na região s
x_r^i	IxR	Produção do setor i na região r
d_s^j	JxS	Demanda final para o bem j na região s
m_l^i	IxL	Importações do bem i da região externa l
e_l^i	IxL	Exportações do bem i da região externa l
e_{rl}^i	IxRxL	Exportação regional do bem i da região doméstica i para a região externa l

Preços:

p_s^j	JxS	Preço de uma unidade de produção do setor j na região s
p_r^i	IxR	Preço de uma unidade de produção do setor i na região r
q_s^i	IxS	Preço do <i>pool good</i> do setor i na região s
q_l^{Ei}	IxL	Preço do bem de exportação i na região externa l
p_l^{Mi}	IxL	Preço do bem importado do setor i na região externa l
w_s^k	KxS	Remuneração do fator primário k na região s
r^l	1	Índice de preços

Coefficientes

a_s^j	IxSxJ	Demanda por <i>pool goods</i> i para produzir o bem j na região s
c_s^{kj}	JxSxK	Demanda pelo fator primário k para produzir o bem j na região s
c_r^{kj}	JxRxK	Demanda pelo fator primário k para produzir o bem j na região r
c_r^{ki}	IxRxK	Demanda pelo fator primário k para produzir o bem i na região r
t_{rs}^i	IxSxR	Demanda por bens i na região r para produzir uma unidade de <i>pool good</i> i na região s
t_{rs}^{mi}	IxSxR	Demanda por importações da região externa l para produzir uma unidade de <i>pool good</i> na região s
t_{rl}^{ei}	IxRxL	Demanda pelo bem i na região r para produzir um bem de exportação do setor i na região externa l

Renda e utilidade

y_s	Sx1	Renda real da família representativa na região s
u_s	Sx1	Nível de utilidade da família representativa na região s
ch_s	Sx1	Dispêndio necessário para atingir uma unidade de utilidade na região s
eh_s	Sx1	Dispêndios totais da família representativa na região s

Parâmetros de posição

Parâmetros

α^{ij}	JxI	Vetor de posição da função CES: produção – bens intermediários
γ^{kj}	KxJ	Vetor de posição da função CES: produção – fatores primários
δ^j	IxJ	Vetor de posição da função CES: demanda final
ϑ_r^i	IxR	Vetor de posição da função CES: transportes
ϑ_l^{Mi}	IxL	Vetor de posição da função CES: importações
π_l^i	IxL	Parâmetro de oferta de importações
τ_l^i	IxL	Parâmetro de demanda por exportações

Quantidades:

f_r^k	RxK	Quantidade do fator primário k na região r
f_s^k	SxK	Insumos primários k na região s

Outros Parâmetros

Elasticidades

σ_p^j	I	Elasticidade de substituição – produção
σ_M^i	I	Elasticidade de substituição – importações X bens domésticos
σ_T^i	I	Elasticidade de substituição – transportes
σ_H	1	Elasticidade de substituição – demanda final
μ_l^i	IxL	Elasticidade-preço da oferta de importações
ε_l^i	IxL	Elasticidade-preço da demanda por exportações

Parâmetros de deslocamento

λ_l^{Mi}	IxL	Parâmetro de deslocamento da oferta de importações
λ_l^{Ei}	IxL	Parâmetro de deslocamento da demanda por exportações

Miscelânea

η^i	I	Fretes de transporte
Z_{rs}	RxS	Distâncias inter-regionais entre regiões domésticas
Z_{ls}	LxS	Distância da região externa l para a região doméstica s
Z_{rl}	RxL	Distância da região doméstica r para a região externa l
er	1	Taxa de câmbio

A.2 Equações

A.2.1 Firmas

Função de custo unitário:

$$p_s^j = \left(\sum_{i=1}^I q_s^i \Phi_P^{ij} + p_{ws}^j \Phi_{PK}^{kj} \right) \cdot \left(\sum_{i=1}^I \alpha^{ij} + \sum_{k=1}^K \gamma^{kj} \right)$$

em que

$$\Phi_P^{ij} = \frac{\alpha^{ij}}{\sum_{i=1}^I \alpha^{ij} + \sum_{k=1}^K \gamma^{kj}} \quad \Phi_{PK}^{kj} = \frac{\sum_{k=1}^K \gamma^{kj}}{\sum_{i=1}^I \alpha^{ij} + \sum_{k=1}^K \gamma^{kj}} \quad e$$

$$p_{ws}^j = \left[\sum_{k=1}^K \left(w_s^{k(1-\sigma_p^j)} \frac{\gamma^{kj}}{\sum_{k=1}^K \gamma^{kj}} \right) \right]^{\frac{1}{1-\sigma_p^j}}$$

Coefficientes de insumos intermediários:

$$a_s^{ij} = \Phi_P^{ij} \left(\sum_{i=1}^I \alpha^{ij} + \sum_{k=1}^K \gamma^{kj} \right) = \alpha^{ij}$$

Coefficientes de insumos primários:

$$c_s^{kj} = \left(\sum_{k=1}^K \left(w_s^{k(1-\sigma_p^j)} \frac{\gamma^{kj}}{\sum_{k=1}^K \gamma^{kj}} \right) \right)^{\frac{1}{1-\sigma_p^j}-1} w_s^{k-\sigma_p^j} \gamma^{kj}$$

A.2.2. Transporte

Função de custo unitário:

$$q_s^i = \left[p^{i(1-\sigma_M^i)} \phi_T^{ir} + \sum_{l=1}^L \left(p_l^{Mi} e^{(\eta^i z_{ls})} \right)^{(1-\sigma_M^i)} \phi_M^{il} \right]^{\frac{1}{1-\sigma_M^i}} \left(\sum_{r=1}^R \mathfrak{G}_r^i + \sum_{l=1}^L \mathfrak{G}_l^{Mi} \right)$$

em que

$$\phi_T^{ir} = \frac{\sum_{r=1}^R \mathfrak{G}_r^i}{\sum_{r=1}^R \mathfrak{G}_r^i + \sum_{l=1}^L \mathfrak{G}_l^{Mi}}, \quad \phi_M^{il} = \frac{\mathfrak{G}_l^{Mi}}{\sum_{r=1}^R \mathfrak{G}_r^i + \sum_{l=1}^L \mathfrak{G}_l^{Mi}}$$

$$p^i = \left(\sum_{r=1}^R \left(p_r^i e^{(\eta^i z_{rs})} \right)^{(1-\sigma_T^i)} \frac{\mathfrak{G}_r^i}{\sum_{r=1}^R \mathfrak{G}_r^i} \right)^{\frac{1}{1-\sigma_T^i}}$$

Coefficientes de transporte:

$$t_{rs}^i = \left[p^{i(1-\sigma_M^i)} \phi_T^{ir} + \sum_{l=1}^L \left(p_l^{Mi} e^{(\eta^i z_{ls})} \right)^{(1-\sigma_M^i)} \phi_M^{il} \right]^{\frac{1}{1-\sigma_M^i}-1} \times$$

$$\left(\sum_{r=1}^R \left(p_r^i e^{(\eta^i z_{rs})} \right)^{(1-\sigma_T^i)} \frac{\mathfrak{G}_r^i}{\sum_{r=1}^R \mathfrak{G}_r^i} \right)^{\frac{-\sigma_M^i + \sigma_T^i}{1-\sigma_T^i}} \mathfrak{G}_r^i \left(p_r^i e^{(\eta^i z_{rs})} \right)^{-\sigma_T^i} e^{(\eta^i z_{rs})}$$

Coefficientes de importações:

$$t_{ls}^{Mi} = \left(p^{i(1-\sigma_M^i)} \phi_T^{ir} + \sum_{l=1}^L \left(p_l^{Mi} e^{(\eta^i z_{ls})} \right)^{(1-\sigma_M^i)} \phi_M^{il} \right)^{\frac{1}{1-\sigma_M^i}-1} \left(p_l^{Mi} e^{(\eta^i z_{ls})} \right)^{-\sigma_M^i} e^{(\eta^i z_{ls})} \mathfrak{G}_l^{Mi}$$

A.2.3. Famílias

Rendas:

$$y_s = \sum_{k=1}^K f_s^k w_s^k$$

Função de dispêndio unitário:

$$ch_s = ch_s(q_s^i, \delta^i) = \left(\sum_{i=1}^I q_s^{i(1-\sigma_H)} \frac{\delta^i}{\sum_{i=1}^I \delta^i} \right)^{\frac{1}{1-\sigma_H}} \sum_{i=1}^I \delta^i$$

Dispêndios totais:

$$eh_s = ch_s(q_s^i, \delta^i)u_s = \left(\sum_{i=1}^I q_s^{i(1-\sigma_H)} \frac{\delta^i}{\sum_{i=1}^I \delta^i} \right)^{\frac{1}{1-\sigma_H}} \sum_{i=1}^I \delta^i u_s$$

Restrições orçamentárias:

$$y_s = eh_s(q_s^i, u_s) = ch_s(q_s^i, \delta^i)u_s$$

Demandas finais:

$$d_s^i = y_s \frac{\delta^i}{\left(\sum_{i=1}^I q_s^{i(1-\sigma_H)} \delta^i \right) q_s^{i\sigma_H}}$$

A.2.4. Setor Externo

Função de demanda por exportações:

$$e_l^i = \lambda_l^{Ei} \tau_l^i \left(\frac{q_l^{Ei}}{er} \right)^{-\varepsilon_l^i}$$

Preços de exportação:

$$q_l^{Ei} = \left(\sum_{r=1}^R \left(p_r^i e^{(\eta^i z_{ri})} \right)^{(1-\sigma_T^i)} \frac{g_r^i}{\sum_{r=1}^R g_r^i} \right)^{\frac{1}{1-\sigma_T^i}} \sum_{r=1}^R g_r^i$$

Coefficientes de exportações:

$$t_{rl}^{Ei} = \left(\sum_{r=1}^R \left(p_r^i e^{(\eta^i z_{ri})} \right)^{(1-\sigma_r^i)} \frac{g_r^i}{\sum_{r=1}^R g_r^i} \right)^{\frac{1}{1-\sigma_r^i}-1} \left(p_r^i e^{(\eta^i z_{ri})} \right)^{-\sigma_r^i} e^{(\eta^i z_{ri})} g_r^i$$

Demandas por exportações regionais:

$$e_{rl}^i = t_{rl}^{Ei} e_l^i$$

Funções de oferta de importações:

$$m_l^i = \lambda_l^{Mi} \pi_l^i \left(\frac{p_l^{Mi}}{er} \right)^{\mu_l^i}$$

A.2.5. Condições de equilíbrio

$$x_r^i = \sum_{s=1}^S t_{rs}^i (d_s^i + \sum_{j=1}^J a_s^{ij} x_s^j) + \sum_{l=1}^L t_{rl}^{Ei} e_l^i$$

A.2.6. Condições de Market clearing:

Mercados de fatores:

$$\sum_r f_r^k = \sum_i c_r^{ki} x_r^i$$

Mercado de bens de importação:

$$m_l^i = \sum_{s=1}^S t_{ls}^{Mi} \left(d_s^i + \sum_{j=1}^J a_s^{ij} x_s^j \right)$$