



Munich Personal RePEc Archive

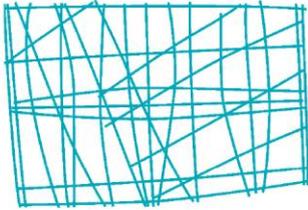
Estimation of Regional Trade Substitution Elasticities for Brazil

Faria, Weslem Rodrigues and Haddad, Eduardo A.

The University of Sao Paulo Regional and Urban Economics Lab -
NEREUS

2011

Online at <https://mpra.ub.uni-muenchen.de/32923/>
MPRA Paper No. 32923, posted 22 Aug 2011 12:43 UTC



NEREUS

Núcleo de Economia Regional e Urbana
da Universidade de São Paulo
The University of São Paulo
Regional and Urban Economics Lab

ESTIMAÇÃO DAS ELASTICIDADES DE SUBSTITUIÇÃO DO COMÉRCIO REGIONAL DO BRASIL

Weslem R. Faria
Eduardo A. Haddad

TD Nereus 01-2011
São Paulo
2011

Estimação das Elasticidades de Substituição do Comércio Regional do Brasil

Weslem R. Faria e Eduardo A. Haddad

Resumo. O presente trabalho estima elasticidades de substituição do comércio regional do Brasil considerando 110 produtos e 558 microrregiões. Para isso, um amplo banco de dados foi gerado, configurando-se umas das etapas mais importantes na trajetória da pesquisa em razão dos extensos procedimentos realizados para a obtenção do fluxo de comércio interregional definitivo. As elasticidades foram estimadas com base no modelo de Armington (1969), adaptado de forma similar à sugestão de Bilgic (2002) quanto à definição das variáveis. Poucos trabalhos foram identificados na literatura que tiveram o objetivo de estimar elasticidades regionais de substituição no comércio, o que acresce importância relativa ao presente estudo. Isso pode estar relacionado ao fato da geração do banco de dados ser não trivial, no sentido de requerer informações refinadas e bastante numerosas da economia. Os resultados das estimações apresentaram em geral coeficientes com sinais esperados e as elasticidades variaram que acordo com os tipos de produtos. Produtos relacionados às atividades agrícolas e de extração tendem a apresentar coeficientes menos elásticos que os coeficientes das atividades de serviços. Os produtos ligados a atividade industrial apresentaram conjuntamente um coeficiente médio igual a -1.775.

Abstract. This study estimates elasticities of regional trade in Brazil considering 110 products and 558 regions. For this, a large database was generated, becoming one of the most important stages in the trajectory of the study given the highly intensive procedures performed to obtain the final interregional trade flows. The elasticities were estimated using the Armington (1969) model, adapted from Bilgic's (2002) suggestion regarding the definition of variables. Few studies were identified in the literature that aimed at estimating elasticities of substitution in regional trade, adding relative importance to this study. This fact may be related to the generation of the database because of the non-triviality in the numerous requirements and specific information of the economy. The estimation results presented, in general, coefficients with expected signs and the elasticities changed according to the types of products. Products related to agricultural and mining activities had less elastic coefficients than the coefficients of the service activities. The products related to industrial activities presented jointly an average coefficient equal to -1.775.

1. Introdução

O comércio entre regiões funciona como uma forma das mesmas buscarem suprir suas demandas por produtos que por algum motivo não conseguem produzir. Muitos desses motivos estão ligados a restrições que podem se mostrar sob diversas formas, como por exemplo, inexistência ou falta de dotação de fatores de produção, restrições físicas como fatores edafo-climáticos e de ordem ambiental, infraestrutura incipiente para desenvolvimento de atividades produtivas, mas, principalmente, devido à escala econômica de mercado, o que inviabiliza a consolidação de investimentos. As regiões, dado este contexto, demandam produtos diversos e mesmo as regiões com maiores níveis de atividade econômica não conseguem produzir todos os bens de que necessitam, não apenas para suprir demanda de consumidores finais, mas também com relação a insumos para produção. O comércio mostra-se uma alternativa viável para resolver estas questões de modo que um sistema de comércio pode ser configurado englobando várias regiões em um contexto econômico integrado.

A existência do comércio entre regiões suscita outras questões. Uma delas refere-se aos tipos de atividades produtivas que são desempenhadas por cada região. Uma visualização completa deste cenário pode indicar, mesmo que de forma exploratória, como os fluxos de comércio podem ocorrer de um local para o outro, considerando basicamente escala de mercado e distância física. Outro fato que pode ser analisado desta visualização refere-se à identificação das regiões mais propensas ao comércio. Isso está diretamente relacionado ao grau de dependência do comércio: regiões que possuem produção mais especializada tendem a necessitar de mais produtos de outras regiões. Além disso, há a questão demo-espacial, uma vez que regiões cuja população se encontra mais dispersamente distribuída no espaço tendem a produzir bens principalmente para consumo próprio. Levando em conta o sistema econômico de forma ampla e integrada, a configuração das principais linhas de “desejo” do comércio pode ser demarcada, emergindo como consequência a forma com que a interdependência ocorre mais fortemente no espaço.

Não obstante, a interdependência no comércio leva a tona um aspecto importante que é o grau de comercialização dos bens da economia. Estas duas questões não são independentes, uma vez que a vocação regional para a produção fornece indícios acerca

da sua necessidade de realização de comércio. Neste contexto, o presente trabalho tem como objetivo discutir questões relacionadas à dependência no comércio interregional de produtos considerando o espaço da economia brasileira como referência, por meio da identificação do grau de sensibilidade dos produtos ao comércio. Para isso, são estimadas elasticidades de comércio interregional ou elasticidades regionais de Armington do comércio dos 110 produtos especificados de acordo com o Novo Sistema de Contas Nacionais do IBGE. A escala regional utilizada é a microrregião homogênea, o que permitiu uma análise mais consistente do comércio por considerar um número amplo de regiões e, com isso, uma quantidade maior de informações fornecendo mais riqueza aos resultados obtidos.

Vale destacar que na literatura este tipo de abordagem é escasso e poucos trabalhos tiveram como objetivo retratar estimações de elasticidades de comércio interregional. A maioria dos trabalhos se preocupa em estimar relações de comércio entre bens domésticos (nacionais) e importados de outros países, o que é importante também, pois permite a identificação dos produtos nacionais com maior vocação para exportação e os produtos mais necessários (e dependentes) em termos de importação. Isso suscita, como na análise para o comércio interregional mencionada anteriormente, o grau de dependência do mercado externo aos produtos nacionais e vice-versa. Por exemplo, o fato de alguns produtos terem coeficientes mais elásticos demonstraria a existência de menos dependência com relação ao comércio desses produtos.

Desde o trabalho de Armington (1969) – que derivou coeficientes para o cálculo das elasticidades de comércio, com aplicação em procedimentos econométricos de estimação – muitos trabalhos foram realizados para aplicação empírica, focados no comércio entre bens domésticos e importados. Dada a vasta extensão de aplicações na literatura, tais trabalhos não serão analisados aqui, uma vez que o presente trabalho foca na estimação de elasticidades de comércio interregional, mas informações adicionais podem ser encontradas, por exemplo, em Shiells *et al.* (1986), Reinert e Roland-Holst (1992), Shiells e Reinert (1993), Blonigen e Wilson (1999) e Gallaway *et al.* (2003).

Por outro lado, foi possível identificar apenas alguns trabalhos empenhados na estimação de elasticidades de substituição no comércio interregional, isto é, entre regiões dentro de um mesmo contexto econômico e não no comércio entre bens

domésticos e importados. Os trabalhos mencionados a seguir são importantes, embora sem entrar em muitos detalhes, pois além de serem relativamente escassos, alguns apresentam abordagens alternativas em relação à análise de comércio entre produtos domésticos e importados. Tais trabalhos tiveram seus resultados analisados comparativamente aos encontrados neste estudo, contribuindo para uma análise qualitativa mais robusta e validação dos mesmos. Primeiramente, tem-se a publicação de Toose (1976), que se configurou de forma bastante seminal, sendo uma contribuição quase contemporânea ao estudo de Armington (1969). Aquele trabalho dedicou atenção na estimação de elasticidades regionais para 14 setores industriais dentro do Reino Unido. Utilizou duas abordagens para estimar as elasticidades de substituição regional: ambas com base em uma função de produção, mas uma com a hipótese de retornos constantes de escala e a outra sem esta hipótese.

Outro trabalho encontrado é o de Bilgic *et al.* (2002), que atentou para a estimação de elasticidades de substituição regional no comércio de produtos dos Estados Unidos. Este trabalho foi utilizado neste estudo devido, principalmente, à forma com que definiu algumas variáveis, fornecendo uma interpretação com potencial de aplicação alternativa para a avaliação do comércio interregional. Uma preocupação deste estudo foi a realização da comparação das estimativas das elasticidades de comércio regional encontradas com as elasticidades encontradas em outros estudos para o comércio entre bens domésticos e importados. Em certo sentido essa comparação é válida, dada a escassez de trabalhos que buscaram estimar as elasticidades regionais e a necessidade de validação dos resultados.

Outros três trabalhos podem ser citados que estimaram elasticidades de comércio regional utilizando dados da economia brasileira: Haddad (2004) desenvolveu um método de estimação consistente com a estrutura de um banco de dados interestadual para o Brasil (*model-consistent estimation procedure*), posteriormente aplicado, conjuntamente, nos trabalhos de Faria (2009) e Magalhães (2009). As estimativas geradas foram produzidas dentro de pesquisas que envolviam análises utilizando modelos de equilíbrio geral computável (EGC). Em alguns casos, ocorreram alguns problemas com relação às estimativas, sendo que os coeficientes de alguns setores mostraram-se não significativos e com sinal não esperado. Dado este problema, a

calibragem dos modelos com as elasticidades exigiu a adoção de hipóteses *ad hoc* sobre alguns valores para os produtos que apresentaram problema.

Dadas estas considerações, o presente trabalho foi dividido da forma que se segue: além desta introdução, outras quatro seções foram desenvolvidas. A próxima seção descreve o banco de dados, detalhando os procedimentos adotados na criação de cada variável utilizada no estudo. Este é um dos pontos de maior diferencial do trabalho deixar claro que a implementação da geração das estimativas das elasticidades de comércio regional é não trivial por: i) exigir uma gama muito grande de informações traduzidas em dados muito específicos da economia, a níveis elevados de desagregação espacial e por tipo de produção; e ii) meios técnicos para implementação e consolidação dos dados. A seção 3 descreve o procedimento de estimação das elasticidades comércio, desenvolvendo de forma simples e clara a equação básica a ser estimada. A seção 4 analisa os resultados encontrados e busca comparar os mesmos com aqueles já existentes na literatura. A última seção tece algumas considerações finais.

2. Dados

Os dados utilizados no procedimento de estimação das elasticidades correspondem a informações obtidas, em parte, no âmbito do estudo do Plano Nacional de Logística e Transporte (PNLT). Tais informações referem-se ao ano de 2007 e são desagregadas nos 110 produtos do Novo Sistema de Contas Nacionais (NSCN) do IBGE. A cobertura espacial abrange as 558 microrregiões brasileiras. O Quadro 1 resume as variáveis utilizadas, bem como apresenta uma breve descrição e as principais fontes utilizadas para a obtenção das mesmas.

Quadro 1. Variáveis Utilizadas

Variável	Descrição	Fonte
Q	Medida de comércio interregional	Dados da Pesquisa
$Custo$	Medida de custo de transferência interregional	Dados da Pesquisa
PIB	Produto Interno Bruto	IpeaData
$Densidade$	População/Área	IpeaData

A variável Q é uma *proxy* para o nível do fluxo de comércio entre as regiões no território brasileiro e corresponde à razão entre o total comprado por uma região r de uma região s (incluindo $r = s$) e o total de compras da região r . A variável $Custo$ é uma medida de custo de transação interregional e refere-se ao preço relativo entre as regiões s e r , medido pelo custo de transferência entre os pares regionais, do ponto de vista da região compradora. A variável PIB representa o Produto Interno Bruto municipal agregado por microrregião e corresponde ao PIB da região de origem do fluxo de comércio. A variável $Densidade$ representa a densidade da região de destino das vendas, funcionando como uma medida relativa entre o fluxo de comércio e o tamanho do mercado consumidor.

Vale destacar os pontos importantes na estratégia adotada com relação à obtenção das informações das variáveis Q e $Custo$. A primeira variável foi construída seguindo algumas etapas de trabalho que serão ser descritas abaixo, de forma detalhada, tendo em visto o fato de que esta etapa foi uma das mais importantes no processo de estimação das elasticidades. Inicialmente, o PIB nacional foi desagregado nos vetores dos componentes da demanda final (consumo das famílias, investimento, gastos do governo, exportações e importações) por estado (UF), em seguida estes mesmos componentes foram desagregados por microrregião de forma consistente com os resultados estaduais. Como as informações desta identidade não estão disponíveis em fontes oficiais, procedimentos foram realizados individualmente para a obtenção de cada variável. Em um contexto geral sobre as mesmas, utilizaram-se proporções calculadas a partir de fontes oficiais ou pesquisas específicas para desagregar cada identidade em nível de estado ou microrregião.

Esta etapa utilizou de forma intensiva diversas fontes de dados. Ao nível estadual, o PIB corresponde ao Produto Interno Bruto a preços de mercado das Contas Regionais do Brasil, o Consumo do Governo à estrutura do PIB da administração pública e o Investimento à estrutura do PIB da construção civil, informações estas também obtidas das Contas Regionais. O Consumo das Famílias foi desagregado com base em informações estruturais da Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF) referente aos anos de 2008-2009. Com o objetivo de avaliar a consistência dos dados, foi realizado um procedimento de análise de correlação entre as informações da despesa familiar da POF e do rendimento do trabalho da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) do ano de 2008. O resultado da Figura A.1 do anexo mostra uma correlação acentuada entre as mesmas. As informações referentes às relações de compras e vendas dos estados com o exterior foram obtidas no sítio eletrônico do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior compilados no Sistema ALICEWEB.

Para a obtenção dos dados microrregionais, a estratégia geral foi usar as informações das contas estaduais e desagregá-las usando as participações percentuais (*shares*) microrregionais dessas identidades. Isso se justifica porque as fontes de informações são distintas para a construção dessas contas em decorrência de que, para as contas estaduais, há disponibilidade de informações de melhor qualidade, como as informações da PNAD e da POF, do que as informações disponíveis em nível microrregional. Por exemplo, para a elaboração da conta “Consumo das Famílias” em nível estadual foram utilizadas as informações da POF, ao passo que para as contas microrregionais foram utilizadas as informações de rendimento total da RAIS para cálculo das *shares*. A obtenção das participações percentuais microrregionais foi alcançada desagregando o total estadual da conta pelas suas microrregiões. De posse dessas *shares*, desagregou-se posteriormente a conta estadual pelas microrregiões. As contas microrregionais foram obtidas a partir da aplicação das participações percentuais (*shares*) das microrregiões sobre a soma do respectivo estado.

A geração dos dados microrregionais de PIB teve como base as informações de PIB municipal compiladas pelo IBGE, agregadas para microrregião. Para o Consumo das Famílias foram utilizadas *shares* obtidas com informações de rendimento da RAIS, tais informações apresentaram mais de 0,99 de correlação com os dados de consumo da POF, o que forneceu credibilidade para uso daquela base. Os valores construídos para o

Investimento microrregional tiveram como base o PIB da construção civil disponibilizado pelo IBGE e para o Consumo do Governo das microrregiões foi utilizado o PIB da administração pública obtido das Contas Municipais. Com relação às Exportações e Importações, os dados de referência foram às informações da balança comercial municipal, consolidadas pelo Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. Vale destacar que os dados das diversas fontes serviram como base para a construção de participações, que foram utilizadas como referência para desagregação dos dados estaduais. Estes, por sua vez, são consistentes com as informações para o Brasil consolidadas pelas Contas Nacionais. Assim, obtiveram-se os dados microrregionais do PIB e dos seus componentes em níveis estadual e microrregional, mantendo-se a consistência sistêmica. Além de transações com o exterior, as microrregiões fazem comércio com outras microrregiões. Ao final desta etapa, tal comércio pode ser quantificado por resíduo da relação entre o PIB microrregional e os outros componentes das contas microrregionais.

A âncora mencionada anteriormente refere-se à informação sobre o PIB e seus componentes, que corresponde aos dados da Tabela de Recursos e Usos do ano de 2007 para o Brasil, publicada pelo IBGE. Dessa forma, estes dados forneceram o referencial necessário para a manutenção da consistência no processo de desagregações setorial e espacial subsequentes.

A etapa seguinte consistiu na regionalização da produção dos 110 produtos especificados de acordo com o NSCN em nível microrregional. Para isso, foram utilizadas duas fontes de informações: i) matriz de origem-destino (O-D) do Plano Nacional de Logística e Transporte (PNLT) de 2007, que apresenta estimativas do fluxo de carga interregional, em toneladas; e ii) banco de dados da RAIS como fonte complementar de dados microrregionais, tendo como referência as informações de emprego setorial da divisão de Grupos da Classificação Nacional das Atividades Econômicas versão 2.0 (CNAE 2.0). Com relação a este segundo item, um procedimento adicional foi implementado para compatibilização das categorias da CNAE com os produtos das Contas Nacionais, tomando como base a correspondência entre as duas nomenclaturas (ver Tabelas A.1 e A.2 do anexo).

O valor da produção é relativo à produção das atividades contida na Tabela de Recursos de Bens e Serviços do ano de 2007, disponibilizada pelo IBGE para o fluxo entre os 110 produtos e os 56 setores. Estes dados funcionaram como âncora para a obtenção da produção desagregada por microrregião. Algumas decisões tiveram que ser tomadas na escolha da fonte a ser utilizada para a desagregação microrregional da produção, com base em alguns critérios. Os produtos foram divididos em 5 grupos, de acordo com as características específicas de cada um, com abrangência ampla para que todos obtivessem cobertura. O Quadro 2 apresenta a descrição dos grupos dos produtos.

As decisões de escolha da fonte de informação para desagregação da produção foram tomadas considerando análises detalhadas para cada produto para detectar a existência de inconsistência nos dados. Um procedimento rigoroso de validação das informações foi empregado e, para isso, dados alternativos foram criados para testar a robustez sistêmica da base de dados. Assim, uma segunda fonte de dados foi estabelecida a partir do banco de dados da RAIS para verificar as possíveis discrepâncias com relação às informações obtidas por meio da matriz de origem-destino. O cruzamento dessas informações permitiu a visualização das diferenças entre as duas fontes, fornecendo maior grau de liberdade no processo de escolha. Foram construídos mapas da distribuição espacial dos produtos como subsídio para a verificação dos dados de cada fonte, o que auxiliou de forma mais contundente o processo de escolha. A Tabela A.3 em anexo retrata os critérios escolhidos para a desagregação da produção nacional para o nível de microrregião, bem como o grupo a que cada produto pertence. Foram destacadas as fontes escolhidas em cada caso e, quando pertinente, informação adicional sobre as mesmas.

Quadro 2. Descrição dos Grupos dos Produtos

Grupo	Descrição
1	Produtos elencados por valor bruto de produção pela modelagem econômica adotada, com possibilidade de elaboração de matriz O-D pelo critério de planejamento de transporte regional de carga, tais como: complexo soja, milho, siderúrgicos, combustíveis etc.
2	Produtos elencados pelo critério de valor bruto de produção segundo modelagem econômica adotada, com possibilidade de dimensionamento da produção, mas sem precisão para elaboração de matriz O-D pelo critério de planejamento de transporte regional de carga, em função da dispersão dos locais de consumo destes produtos e pela carência de bases de dados, tais como leite, café, farinha de trigo etc.
4a	Produtos elencados pelo critério de valor bruto de produção pela modelagem econômica adotada, com grande dispersão de produção e/ou consumo, não permitindo análises setoriais e com alto valor agregado.
4b	Produtos elencados pelo critério de valor bruto de produção pela modelagem econômica adotada, com grande dispersão de produção e/ou consumo, não permitindo análises setoriais e com médio valor agregado.
5	Constituído por produtos elencados pelo critério de valor, mas que não demandam transporte, tais como eletricidade, intermediação financeira, aluguel de imóveis etc.

O passo seguinte consistiu na desagregação nacional das exportações dos produtos para microrregião. Isso foi feito com base em dois grupos de informações: i) exportações em nível estadual de acordo com a classificação CNAE 2.0; e ii) dados da matriz de origem-destino da produção voltada para o mercado externo dos produtos. O primeiro conjunto de dados teve a necessidade de ser obtido devido ao fato da matriz de origem-destino não contemplar todos os produtos. Tal conjunto de dados foi trabalhado previamente para que a desagregação por microrregião fosse implementada. O trabalho consistiu na conversão dos fluxos de exportação da classificação da CNAE para a classificação de produto em concordância com as Contas Nacionais, procedimento este análogo ao realizado e descrito anteriormente para a desagregação da produção. De posse das informações de exportação por estado (UF) para os 110 produtos, a etapa seguinte consistiria na desagregação por microrregião desses fluxos. Os dados de exportação da matriz de origem-destino também foram compilados por estados, de modo que a conjunção destes dois grupos de informações fornecesse o cenário completo das exportações dos produtos e por Unidade da Federação. A partir disso, participações foram criadas em relação ao total exportado por estado e utilizadas para computar os dados de exportação por produto das Contas Nacionais do IBGE.

Para a desagregação consistente dessas informações por microrregião, extrapolou-se a mesma relação Exportações/VBP do estado para suas microrregiões, de modo que as exportações por produto e por microrregião fossem obtidas de forma consistente com as informações das Contas Nacionais. Antes da desagregação para microrregião, alguns procedimentos de ajuste foram feitos para corrigir problemas de inconsistência relacionados à existência de relações Exportações/VBP maiores do que um. Este problema surgiu em poucos casos, devido à tendência que pode ser observada nos dados com relação à concentração das atividades exportadoras em alguns estados.

De posse do VBP e das exportações por produto e por microrregião, o passo seguinte representou a geração das demandas por produtos domésticas e por produtos importados para cada microrregião. A geração de ambas as demandas utilizou uma informação comum que é a produção setorial das microrregiões, obtida com base na produção por produtos das microrregiões. Para encontrar tal informação foi realizado um procedimento de agregação padrão: a partir da multiplicação da matriz de produção normalizada de 2007, cuja dimensão é setor×produto, isto é, 56×110 , pela matriz de VBP de dimensão produto×microrregião, ou seja, 110×558 , obtém-se uma matriz de VBP com dimensão setor×microrregião ou 56×558 . Além disso, a estimação da demanda doméstica utilizou a estrutura da Matriz de Usos e Recursos de 2007. Foram construídos coeficientes de uso relativos ao valor da produção setorial e dos componentes da Absorção Doméstica (Consumo das Famílias, Investimento e Gastos do Governo para cada produto, fornecendo uma matriz 59 (56 setores mais os três componentes da Absorção Doméstica)× 110 . Para a estimação da demanda por produtos importados o procedimento realizado foi análogo, porém a matriz de coeficientes foi gerada a partir da Matriz de Importações e não da Matriz de Usos e Recursos de produtos domésticos.

A estimação da demanda doméstica, portanto, fez uso de duas informações: i) dos níveis da produção por setor e dos componentes da Absorção Doméstica por microrregião; e ii) da matriz de coeficientes de uso gerada com base na Matriz de Usos e Recursos. Vale destacar que a matriz de coeficientes utilizada é a mesma para todas as microrregiões, o que difere entre as microrregiões para o cálculo da demanda é seu vetor de VBP setorial e Absorção Doméstica correspondente.

A geração da demanda doméstica seguiu o seguinte procedimento: para cada microrregião o VBP setorial e os componentes da Absorção Doméstica foram distribuídos de acordo com os valores da matriz de coeficientes. Cada microrregião tem um vetor de produção setorial e Absorção Doméstica correspondente na matriz de VBP e Absorção Doméstica. Assim, a demanda associada a cada vetor microrregional foi estimada distribuindo-se os níveis de produção setorial, Consumo das Famílias, Investimento e Gastos do Governo pela de acordo com as informações dos coeficientes de uso de produtos correspondentes. A agregação dos resultados forneceu um vetor de demanda doméstica por produto por microrregião. Agrupando os 558 vetores de demanda por produto, obtém-se a matriz de demanda doméstica por produtos. O procedimento para estimação da demanda por produtos importados é análogo, mudando apenas a matriz de coeficientes a ser utilizada, sendo a Matriz de Importação o conjunto de informações relevantes. Assim, como na estimação da demanda doméstica, todas as microrregiões utilizam a mesma matriz de coeficientes (nacional).

Estas demandas estimadas, entretanto, não apresentam os valores “corretos”, pois não foi garantida a consistência com as informações das Contas Nacionais. Estas demandas forneceram a estrutura necessária para que os valores de interesse fossem distribuídos. Com relação à demanda por produtos domésticos, os seus valores por produto devem ser consistentes com os valores por produto da oferta doméstica, para que seja mantida a consistência no mercado de bens da economia. A matriz de oferta de bens domésticos foi calculada pela diferença, elemento a elemento, entre a matriz de VBP e a matriz de exportações. Assim, obtém-se toda a produção nacional que não foi exportada, portanto ofertada domesticamente. A partir da matriz de demanda estimada, foram construídos vetores de participações relativos a cada produto que, multiplicados com o total do produto ofertado domesticamente, forneceu de forma consistente a demanda doméstica por produto. Para a demanda por produtos importados o procedimento foi mais simples: foram construídos vetores de participação por produto a partir da matriz de demanda estimada, cujos coeficientes foram utilizados para distribuir os valores das importações dos produtos das Contas Nacionais. Dessa forma, o equilíbrio está também mantido entre a oferta e demanda por produtos importados.

Com estas informações desagregadas por microrregião e por produto, ou seja, VBP, exportações, demanda por bens domésticos e demanda por bens importados, outros indicadores puderam ser calculados, apesar de não serem usados nas etapas subsequentes. O saldo doméstico para cada microrregião foi calculado pela diferença entre a oferta e demanda doméstica por cada produto. Isso permite, por exemplo, detectar as regiões que são mais ou menos dependentes de produtos de outras regiões domésticas. O saldo externo foi calculado pela diferença entre as exportações e importações microrregionais para cada produto. Este indicador poderia sugerir as regiões com maior vocação para exportar e para importar. Por fim, o saldo total, calculado pela soma do saldo doméstico e saldo externo, poderia indicar as microrregiões exportadoras ou importadoras líquidas.

De posse deste banco de dados amplo e consistente, em termos de desagregação espacial e de nível de atividade econômica, foi possível gerar matrizes de fluxos de comércio para os 110 produtos entre as 558 microrregiões brasileiras. Esta etapa representou um ponto chave na trajetória de geração das informações, sendo compreendida amplamente pela aplicação de esforço computável, ao invés de pesquisa por dados e escolhas feitas com base em critérios específicos. O procedimento consistiu da imputação de três informações: i) demanda por bens domésticos por produto e por microrregião; ii) oferta doméstica de bens por produto e por microrregião e; iii) matriz de impedância representada pela distância mínima pela rede de transporte em quilômetros entre as sedes das “capitais” microrregionais dos pares de regiões de origem e regiões de destino.

A matriz de impedância funciona como restrição ao sistema, fornecendo a *proxy* necessária para direcionar a forma com que o comércio se estabelece no cenário econômico-espacial do Brasil. Tal matriz foi gerada no âmbito do estudo do PNLT de 2007 e compreende a conexão entre todas as microrregiões brasileiras. Neste estudo, três tipos de indicadores foram gerados para a determinação do fluxo de comércio interregional, compreendendo pares de origem-destino: i) fluxo de custo mínimo em R\$/tonelada; ii) tempo mínimo de viagem em horas e; iii) distância mínima em quilômetros. Para a geração do fluxo de comércio a terceira opção foi escolhida por representar de forma mais generalizada a restrição sistêmica para os 110 produtos. A forma com que o fluxo de comércio interregional foi calculado neste estudo exigia que

apenas uma matriz de impedância fosse utilizada, independente das características de cada produto. Um procedimento adicional teve que ser realizado para que a matriz de distância fosse consolidada. Não havia, nas matrizes de origem-destino do PNLT, alguns fluxos de comércio entre pares de microrregiões. Isso era indicativo que o comércio entre tais microrregiões não existia ou era quase desprezível. Dessa forma, estabeleceu-se uma distância *ad hoc* muito grande entre tais microrregiões para representar este fato, impondo restrição na geração de fluxo de comércio entre as mesmas.

O cálculo dos fluxos de comércio para os produtos utilizou um procedimento apresentado por Dixon e Rimmer (2004) para a obtenção das chamadas *Shin tables*. Maiores detalhes sobre as equações utilizadas podem ser encontradas na seção metodológica e no apêndice deste trabalho.¹ A geração das tabelas pode ser descrita basicamente em três etapas. Na primeira etapa são criadas 110 tabelas, correspondentes a cada um dos 110 produtos, com dimensão 558x558. Em outras palavras, nesta etapa são geradas 110 matrizes para representar o fluxo entre as microrregiões do Brasil, sendo que em tais matrizes as linhas representam as regiões de origem ou vendedoras e as colunas, as regiões de destino ou comparadoras.

A segunda etapa envolveu o cálculo das informações para preenchimento das matrizes dos 110 produtos. Esta etapa envolve a utilização das três informações citadas anteriormente, demanda por bens domésticos, oferta doméstica e distância (que já inclui as restrições dadas pelas matrizes O-D). Além disso, outra informação necessária foi a determinação de um fator de apropriação regional inicial representado por um coeficiente associado a cada produto. Tal fator foi utilizado para informar ao processo de cálculo o nível de comercialização de cada produto, isto é, para determinar se um produto é muito ou pouco comercializável. O fator variou de 0,5 a 1, sendo que quanto menos comercializável é o produto mais próximo de 1 é seu coeficiente. Foi imputado valor igual 0,5 para os produtos 1 ao 90 e 0,9 aos demais. Nesta etapa, os valores calculados são estimativas preliminares que preenchem as matrizes. Inicialmente os valores da diagonal principal das matrizes são preenchidos considerando o fato do produto ser ou não muito comercializável, em seguida as informações fora da diagonal

¹ Encontram-se no apêndice as rotinas em MATLAB para implementação do procedimento de cálculo dos fluxos de comércio interregional.

são preenchidos, levando em conta o mesmo fato e a distância entre os pares de origem-destino.

A última etapa consistiu no balanceamento das informações geradas na segunda etapa. Para isso, foram utilizados os dados de demanda e oferta doméstica originais. Tal balanceamento é feito para garantir que haja consistência sistêmica, isto é, que os valores dos fluxos de comércio gerados sejam consistentes com os totais dos valores imputados. Isso foi feito por meio do método RAS. A implementação deste método necessita de duas informações: (i) os valores de equilíbrio da situação inicial; e (ii) os valores alvo. Estes valores alvo são os valores que se tem inicialmente e que se busca obter como valor total nos fluxos das linhas e nos fluxos das colunas. Neste trabalho, as matrizes com as estimativas iniciais dos fluxos de comércio obtidas na segunda etapa representam os valores da situação inicial, e os vetores de demanda e oferta doméstica representam os valores alvo. Os vetores de demanda e oferta doméstica por produto correspondem à soma ao longo dos produtos, portanto, são vetores em que é representado o total dos produtos para todas as microrregiões. Assim, o método RAS caracteriza-se por um procedimento iterativo e, neste trabalho, a implementação funcionou da seguinte forma: os valores iniciais dados pela segunda etapa foram calculados iterativamente considerando as informações de todo o sistema, até que se alcançasse a convergência para um resultado consistente com os valores dos vetores de demanda e oferta domésticas originais.

Ao final de todas estas etapas, foram obtidos os fluxos de comércio entre as 558 microrregiões para os 110 produtos. Com isso, todas as informações necessárias para a construção da variável Q utilizada para estimar as elasticidades regionais encontravam-se disponíveis. No entanto, alguns procedimentos tiveram que ser realizados para que sua implementação fosse possibilitada. Inicialmente, para cada produto e com base nas matrizes de fluxos de comércio entre as microrregiões, foi calculada a proporção do fluxo do produto de cada par de origem-destino em relação ao total do fluxo de compra, isto é, do total da coluna. Assim, para cada produto foi construída uma matriz 558×558 de participações do fluxo em relação ao total da coluna. Em seguida, as colunas das matrizes foram empilhadas fornecendo um total de 311.364 (558 multiplicado por 558) informações por produtos. Por fim, a variável Q foi estabelecida após o agrupamento dessas colunas de todos os produtos.

A variável *Custo*, que mede o custo de transferência interregional, foi obtida após a consolidação de uma informação mencionada anteriormente relativa aos indicadores da matriz de impedância. Como já foi dito, três indicadores foram criados para serem utilizados como *proxy* para impedância no fluxo de comércio entre as microrregiões. Um deles é o custo mínimo interregional de transporte em R\$/tonelada para cada produto (ver apêndice para detalhamento do procedimento de cálculo). Assim, o custo de transferência interregional foi representado por esta medida. A restrição utilizada para a geração do fluxo de comércio foi a distância entre as microrregiões. Neste caso, tal indicador cumpriu bem o objetivo porque o cálculo do fluxo de comércio exigia o uso de uma medida invariante entre os pares de origem-destino, o que é o caso da distância. No entanto, o custo de transferência varia de produto para produto devido a suas características intrínsecas. Por isso, o custo mínimo foi escolhido em detrimento da distância e do tempo mínimo de viagem.

No conjunto de informações gerados no estudo do PNLT de 2007, 25 tipos diferentes de fluxos de custo mínimo estavam disponíveis. Neste estudo, cada tipo de fluxo de custo mínimo foi associado a alguns produtos, considerando a proximidade em termos econômicos e das características de condições de transporte do fluxo e do produto. Para a criação da variável *Custo* o critério de associação referido anteriormente foi mantido de modo que cada produto foi associado a um destes tipos diferentes de custo. A consolidação do fluxo de custo mínimo exigiu duas etapas de trabalho computacional: (i) a primeira foi a estruturação do fluxo de custo entre os pares de origem-destino para o formato matricial, de forma a compreender a totalidade das microrregiões e não apenas aquelas cujo fluxo era não nulo; (ii) em seguida, o empilhamento das colunas em apenas um vetor, assim como foi realizado para a consolidação da variável *Q*.

A variável *PIB* foi obtidas diretamente através do endereço eletrônico do IpeaData e a variável *Densidade* foi construída a partir dos dados também deste endereço acerca da população e área. Estas variáveis, ao contrário das outras duas (*Q* e *Custo*), não representam características específicas dos produtos, mas sim das regiões de análise. Assim, tais variáveis são constantes no processo de estimação de todos os produtos.

Finalmente, vale destacar que o diferencial deste estudo encontra-se no trabalho exaustivo para obtenção dos dados relativos às variáveis utilizadas para estimar as elasticidades regionais de Armington. Tais informações, inéditas para a economia brasileira, englobam fluxos de comércio para os 110 produtos das Contas Nacionais do IBGE desagregadas ao nível de microrregião para o ano de 2007.² Este banco de dados possui a consistência necessária para que o Brasil *model-consistent estimation procedure* seja adotado e as estimativas das elasticidades de comércio regional sejam subsequentemente utilizadas em um modelo espacial EGC calibrado com as mesmas informações para 2007. Ademais, a estimação dessas elasticidades poucas vezes pode ser verificada na literatura, dada justamente a escassez de informações ou a implementação que requer uma dedicação elevada de trabalho. O banco de dados utilizado por ser atual valoriza ainda mais a pesquisa, uma vez que os resultados podem ser empregados para analisar elementos recentes da economia brasileira, bem como para calibrar outros modelos regionais.

3. Metodologia

Esta seção descreve a equação usada para estimar as elasticidades de comércio regional ou elasticidades regionais de Armington. Adicionalmente, são apresentadas as duas equações principais que forneceram a base de cálculo para a geração do resultado inicial dos fluxos de comércio interregional e preenchimento das *Shin tables* (ver seção anterior). O procedimento das etapas executadas, bem como a trajetória de trabalho para a geração do resultado final, alcançando as matrizes de fluxos de comércio entre as 558 microrregiões para os 110 produtos, foi descrito na seção anterior deste trabalho.

Para a obtenção da equação final, o procedimento utilizado foi realizado com base na conjunção da metodologia desenvolvida por Armington (1969) e Bilgic *et al.* (2002). Isso possibilitou construir um método deduzido relativamente de forma simples para aplicação quando se deseja estimar elasticidades de substituição tendo como referência a produção de diferentes bens e regiões dentro de uma economia nacional. A diferença essencial deste trabalho para o estudo de Bilgic *et al.* (2002) é a forma com que as variáveis foram classificadas e implementadas, sendo uma versão alternativa para a

² As duas primeiras versões do PNLT também fizeram uso deste procedimento, com geração de matrizes de comércio para os anos de 2002 (80 produtos) e 2004 (110 produtos).

construção das mesmas. Portanto, a abordagem aplicada neste estudo apresenta-se não muito distinta ao estudo de Bilgic *et al.* (2002) como será mostrado a seguir.

Assim, com base em Armington (1969), define-se inicialmente:

$$X_i = (X_{i1}, X_{i2}, \dots, X_{im}), i = 1, 2, \dots, n \quad (1)$$

Onde X_{ij} é assumido ser um substituto imperfeito para X_{ik} ($j \neq k$) do ponto de vista dos compradores em qualquer região. X_i refere-se aos produtos ou grupo de produtos que são ofertados por diferentes regiões $j = 1, 2, \dots, m$.

Define-se uma função de satisfação de comportamento genérico dos compradores, dada a seleção disponível de produtos e preços no mercado. Esta função tem por objetivo captar a forma como os compradores desejam compor sua cesta de produtos, tendo em vista a obtenção de níveis mais elevados de satisfação tanto quanto seja possível, considerando suas restrições. Supõe-se que tal satisfação seja dada por um índice U , assim, as funções de demanda podem ser derivadas como consequência da resolução do problema de maximização de U sujeita a restrição com que os mesmos se deparam.

De forma genérica, o formato da função de satisfação (utilidade) U pode ser definido como:

$$U = U(X) \quad (2)$$

E a restrição orçamentária como:

$$D = PX' \quad (3)$$

Onde P representa o vetor de preços $(P_{11}, P_{12}, \dots, P_{1m}, P_{21}, P_{22}, \dots, P_{2m}, \dots, P_{n1}, P_{n2}, \dots, P_{nm})$.

Armington (1969) mostrou que sobre a hipótese de independência, tem-se que o termo $U = U(X_{11}, X_{12}, \dots, X_{1m}, X_{21}, X_{22}, \dots, X_{2m}, \dots, X_{n1}, X_{n2}, \dots, X_{nm})$ colapsa para:

$$X_i = \varphi_i(X_{i1}, X_{i2}, \dots, X_{im}), \text{ para } i = 1, 2, \dots, n \text{ produtos} \quad (4)$$

A hipótese de independência, em outras palavras, significa que a taxa marginal de substituição entre quaisquer dois produtos do mesmo tipo seja independente das quantidades dos produtos de outros tipos. Se isso ocorre, então, a equação (4) pode se sustentada. Associado a (4), existe um vetor de preços, $P_i = (P_{i1}, P_{i2}, \dots, P_{im})$, que é consistente com o equilíbrio ótimo de mercado de produtos levando em conta todas as regiões.³

Neste contexto, a restrição orçamentária tem a seguinte forma:

$$\begin{aligned} M &= \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^m P_{ik} X_{ik} \\ &= \sum_{i=1}^n P_i X_i \end{aligned} \quad (5)$$

A demanda por qualquer produto, X_{ij} , pode ser obtida minimizando M sujeito à restrição $X_i = \varphi_i(X_{i1}, X_{i2}, \dots, X_{im})$. Foram assumidos que os φ_i 's possuem comportamentos descritos por funções de elasticidade constante de substituição (CES). Assim, a equação (4) pode ser reescrita como:

$$X_i = [b_{i1}X_{i1}^{-\rho_i} + b_{i2}X_{i2}^{-\rho_i} + \dots + b_{im}X_{im}^{-\rho_i}]^{-\frac{1}{\rho_i}} \quad (6)$$

Onde $\sum_{k=1}^m b_{ik} = 1$ e ρ_i é uma constante maior que -1.

Com base na derivação das demandas de uma função CES, apresentada em Dixon *et al.* (1980), o resultado das condições de primeira ordem fornece que:

³ Informações como a adoção da hipótese de comportamento maximizador dos compradores, hipóteses adicionais quanto a especificação das funções definidas até este ponto e das propriedades de P_i e X_i , podem ser encontradas em Armington (1969).

$$\frac{X_{ij}}{X_{ik}} = \left(\frac{b_{ik}}{b_{ij}} \right)^{\sigma_i} \left(\frac{P_{ij}}{P_{ik}} \right)^{\sigma_i}, k = 1, 2, \dots, m \quad (7)$$

Onde $\frac{1}{1+\rho_i} = \sigma_i$ é a elasticidade de substituição no mercado do produto i .

A equação (7) pode ser reescrita da seguinte forma:

$$\frac{X_{ij}}{X_{ik}} = a^{\sigma_i} \left(\frac{P_{ij}}{P_{ik}} \right)^{\sigma_i}, \text{ onde } a = \left(\frac{b_{ik}}{b_{ij}} \right) \quad (8)$$

De posse da equação (8), isto é, das demandas ótimas por produtos por parte dos compradores, adota-se neste ponto da trajetória de definição do modelo a sugestão de Bilgic *et al.* (2002), fazendo com que:

$$a = \exp(\alpha_0 + \alpha_1 \ln W_{1j} + \alpha_2 \ln W_{2j}) \quad (9)$$

Substituindo (9) em (8) e aplicando logaritmo natural no resultado obtido desta substituição, tem-se que:

$$\begin{aligned} \ln \left(\frac{X_{ij}}{X_{ik}} \right) &= \sigma_i (\alpha_0 + \alpha_1 \ln W_{1j} + \alpha_2 \ln W_{2j}) + \sigma_i \ln \left(\frac{P_{ij}}{P_{ik}} \right) \\ \ln \left(\frac{X_{ij}}{X_{ik}} \right) &= \beta_{0i} + \beta_{1i} \ln W_{1j} + \beta_{2i} \ln W_{2j} \\ &\quad + \beta_{3i} \ln \left(\frac{P_{ij}}{P_{ik}} \right) \end{aligned} \quad (10)$$

Onde $\beta_{0i} = \sigma_i \alpha_0$, $\beta_{1i} = \sigma_i \alpha_1$, $\beta_{2i} = \sigma_i \alpha_2$ e $\beta_{3i} = \sigma_i$. Vale destacar que $i = 1, 2, \dots, n$ representa os n produtos. Assim, para cada produto há uma elasticidade de substituição correspondente, constante entre qualquer par de regiões de origem-destino. O termo de interesse é $\sigma_i = \beta_{3i}$, que fornece a medida de sensibilidade do comércio interregional ao

custo de transação, em termos relativos. Uma hipótese relevante sobre esta medida é que bens produzidos em diferentes regiões são substitutos imperfeitos (hipótese de Armington).

A adoção da sugestão de Bilgic *et al.* (2002) segue a interpretação da equação (10). Neste sentido, tem-se que:

i) o termo X_{ij}/X_{ik} representa a razão do produto entre os pares de regiões de origem-destino. Tal medida será a *proxy* para o nível do fluxo de comércio entre as microrregiões no território brasileiro.

ii) o termo P_{ij}/P_{ik} representa o preço relativo do produto, tendo como referência os pares de regiões de origem-destino. Tal medida será a *proxy* para o custo de transação interregional.

iii) o termo W_{1j} representa o PIB da região de origem do fluxo de comércio. Essa será a *proxy* para o tamanho de mercado. Tal variável tem como função indicar a capacidade de produção da região e, com isso, a capacidade da região atender, em parte, sua própria demanda.

iv) o termo W_{2j} representa a densidade da região de destino das vendas, funcionando como uma medida relativa entre o fluxo de comércio e o tamanho do mercado consumidor. Tal variável tem como função servir como indicativo do fator de isolamento da região. Espera-se que regiões com população mais esparsamente distribuída produzam bens principalmente voltados para consumo próprio (Bilgic *et al.*, 2002).

Por fim, a equação (10), após substituição da descrição de seus termos e adição do termo de erro (ε_i), pode retratada como abaixo:

$$\ln(Q) = c_i + \beta_{3i}\ln(\text{Custo}) + \beta_{1i}\ln(\text{PIB}) + \beta_{2i}\ln(\text{Densidade}) + \varepsilon_i \quad (11)$$

Onde Q segue o termo especificado em (i), $Custo$ o termo em (ii), PIB o termo em (iii), $Densidade$ o termo em (iv) e $c_i = \beta_{0i}$.

A metodologia descreve de forma simples o procedimento realizado para a obtenção da equação a ser estimada. O valor existente quanto à descrição desta metodologia reside no fato de a mesma associar o trabalho desenvolvido por Armington (1969) à flexibilidade apontada por Bilgic *et al.* (2002) quanto à forma com que as variáveis deduzidas no processo de otimização dos compradores podem ser definidas. Esta síntese metodológica tornou possível a obtenção da equação final (11) a ser estimada, adotando-se definições próprias para o caso de uma análise interregional aplicada a um contexto nacional, que se mostrou um pouco diferente ao trabalho de Bilgic *et al.* (2002).

Assim, as diferenças deste mencionado estudo para o presente trabalho podem ser elencadas de forma resumida: i) a abordagem desenvolvida para o presente trabalho exigiu uma aplicação alternativa quanto às variáveis a serem empregadas no modelo, especialmente com relação aos termos Q e $Custo$ – foram utilizadas proporções em relação ao total do fluxo relativo às regiões compradoras. A forma adotada de implementação das variáveis criou um sistema de dados empilhados; e ii) o presente estudo deixa explícita na equação a ser estimada a dimensão produto, ao especificar de forma clara o subscrito i , indicando que para cada produto uma elasticidade de interesse será estimada (β_{3i}).

Além disso, a necessidade da documentação desta metodologia mostra-se importante, uma vez que, além das diferenças mencionadas para o trabalho de Bilgic *et al.* (2002), os estudos realizados e aplicados ao caso da economia brasileira não apresentaram de forma explícita tal procedimento, apesar de a implementação ser parecida com a aquela sugerida pela equação (11).

A equação (11) foi estimada pelo método de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO), sendo que a estrutura do banco de dados na forma empilhada forneceu uma propriedade interessante: como as informações são referentes há um ano, tem-se uma disposição de *cross-section*, mas na forma de um sistema que foi estimado considerando o conjunto completo de informações. Isso ocorreu porque os dados são dispostos em pares de

origem e destino; assim, para cada unidade de *cross-section*, que são as microrregiões, obtêm-se as informações da microrregião contra as informações de todas as outras. Ao considerar o conjunto completo de informações na estimação, ao invés de considerar regressões individuais para cada microrregião, é possível obter ganho de eficiência para as estimativas.⁴

A seguir, são apresentadas as equações utilizadas para a geração inicial das estimativas do fluxo de comércio interregional. Maiores detalhes sobre o procedimento podem ser encontrados em Dixon e Rimmer (2004).

$$\begin{aligned}
 SHIN(c, s, g, g) & \\
 &= \min \left\{ \frac{O(c, s, g)}{D(c, s, g)}, 1 \right\} \\
 &\times F(c, s) \qquad \qquad \qquad (12)
 \end{aligned}$$

e

$$\begin{aligned}
 SHIN(c, s, r, g) & \\
 &= \left\{ \frac{1}{Dist(r, g)} \times \frac{O(c, s, r)}{\sum_{q \in REG} O(c, s, q)} \right\} \\
 &\times \left\{ \frac{1 - SHIN(c, s, g, g)}{\sum_{v \neq g} \left[\frac{1}{Dist(v, g)} \times \frac{O(c, s, v)}{\sum_{q \in REG} O(c, s, q)} \right]} \right\} \qquad (13)
 \end{aligned}$$

Onde *SHIN* é a variável que representa a *proxy* para o fluxo de comércio; *O* é a matriz de oferta; *D* é a matriz de demanda, *F* é o vetor de coeficientes, que sinaliza quão comercializável é cada produto; e *Dist* é a matriz de distância. Os valores entre parênteses indicam o dimensionamento do fluxo indicado pelas matrizes, considerando os produtos e as microrregiões. O *c* refere-se aos produtos, enquanto *s*, *r*, *g*, *q* e *v* representam as regiões, sendo que *s* e *v* fazem parte do conjunto de regiões de origem e *r* e *g*, assim como *q*, fazem parte do conjunto de regiões de destino (*REG*). A forma de identificação das regiões foi necessária para que houvesse distinção quanto à referência relevante. Por exemplo, a variável *SHIN(c,s,g,g)* indica que apenas termos da diagonal

⁴ Ver Wooldridge (2002, cap. 7) para maiores detalhes.

principal estão sendo calculados com base na equação (12), enquanto que a variável $SHIN(c,s,r,g)$ indica que os termos fora da diagonal principal estão sendo calculados, com base na equação (13), por isso deve-se considerar a distância entre as regiões.

Algumas conclusões simples podem ser tiradas analisando as equações acima. Se o valor inicial de $SHIN(c,s,g,g)$ for alto quer dizer que a região g é um importante fornecedor do produto c , e, neste caso, o numerador da equação (12) é maior que o denominador e c parece ser um produto pouco comercializável. Na equação (13), um alto valor de $SHIN(c,s,r,g)$, com $r \neq g$, indica que r e g são microrregiões próximas uma da outra e r é uma importante região fornecedora de c , neste caso $Dist(r,g)$ e $SHIN(c,s,g,g)$ são pequenos e $O(c,s,r)$ é grande e c parece ser um produto com alto grau de comércio.

4. Resultados

Os resultados das estimações realizadas com base na equação (11) são apresentados na Tabela 1. Para facilitar a análise, tais resultados foram destacados segundo 4 grupos de grandes setores: produtos associados ao setor agrícola (1 ao 18), ao setor extrativo (19 ao 23), ao setor industrial (24 ao 91) e ao setor de serviços (92 ao 110). As estimativas de interesse, isto é, as elasticidades de comércio interregional, estão computadas na coluna de coeficientes referente à variável $\ln(Custos)$. Em geral, as estimativas têm o sinal negativo esperado, indicando que os maiores custos de transação dos produtos estão associados a menores fluxos de comércio, uma vez que aquela variável desempenha o papel de restrição ao comércio, ao mesmo tempo em que sinaliza as dificuldades intrínsecas em cada fluxo entre os pares de origem e destino.

Antes de analisar os resultados específicos de cada grupo de produtos, cabe ressaltar os resultados das outras variáveis, que funcionaram como controles na geração das elasticidades de comércio interregional, bem como da significância dos coeficientes e sua possível relação com a amostra e o grau de ajustamento (R^2). Os coeficientes relacionados à variável $\ln(PIB)$ apresentaram em sua totalidade estimativas positivas, o que era esperado, uma vez que maiores valores de PIB estão associados a maior capacidade de produção da região e, conseqüentemente, maior capacidade de realização de comércio.

Os coeficientes associados à variável $\ln(Densidade)$ apresentaram valores negativos em sua grande maioria. Este resultado sugere que quanto mais densa a região (o que captaria maior potencial de complexidade produtiva) menor sua dependência com relação aos bens produzidos fora da região. Este mesmo resultado também foi obtido por Bilgic *et al.* (2002).

Uma análise conjunta da significância dos coeficientes das variáveis utilizadas pode ser interessante para verificar o efeito predominante. Quase todos os coeficientes estimados foram significativos ao nível de 1%, com exceção daqueles sinalizados caso fossem não significativos a 10% (sinalizados com *), significativos a 10% (sinalizados com **) e significativos a 5% (sinalizados com ***). A variável $\ln(Densidade)$ foi a que teve maior número de coeficientes não significativos a 10%, sete no total. A variável $\ln(PIB)$ teve apenas um coeficiente não significativo a 1%, mas significativo a 5%, relativo ao produto *Carvão mineral*. Com relação à variável $\ln(Custo)$ apenas o coeficiente do produto *Trigo em grão e outros cereais*, único que apresentou sinal contrário ao esperado, foi não significativo a 10%, enquanto que os coeficientes associados aos produtos *Carvão mineral* e *Minerais metálicos não-ferrosos* foram significativos a 5% e 10%, respectivamente. Todos os demais coeficientes dos produtos relacionados a esta variável foram significativos a 1%. Isso demonstra que as estimativas das elasticidades de comércio interregional são, em quase sua totalidade, significativas a 1%.

Vale destacar uma característica inerente ao processo de estimação dos modelos. Os produtos possuem especificidades, a mais importante para o presente estudo acerca do seu grau de comercialização. Isso também é refletido no banco de dados do modelo estimado para cada produto. Dessa forma, pode-se observar que os produtos *Minério de ferro*, *Carvão mineral* e *Minerais metálicos não-ferrosos* possuem menos informações na amostra, uma vez que tanto sua produção como seus mercados são concentrados espacialmente e, por isso, apresenta poucos pares de origem-destino na amostra. Estas atividades estão relacionadas com a atividade de extração, localizadas em regiões específicas dotadas do recurso natural específico. Dessa forma, tanto a matriz do fluxo de comércio quanto a matriz de custo de transporte entre pares de origem-destino funcionam como restrição na amostra, uma vez que apenas o cruzamento de

informações não nulas são consideradas no processo de estimação dos coeficientes. O grau de ajustamento dos modelos retratado pelo R^2 também sinaliza este fato.

As estimativas das elasticidades de comércio interregional para os produtos agrícolas apresentaram valores mais expressivos para os produtos *Frutas cítricas* (-2.505), *Pesca e aquicultura* (-2.376) e *Ovos de galinha e de outras aves* (-2.304), respectivamente. O coeficiente médio dos produtos agrícolas foi de -1.894, portanto, mais elástico do que aqueles apresentados Bilgic *et al.* (2002) (-1.477). As estimativas das elasticidades deste estudo foram calculadas para medir a sensibilidade do comércio interregional entre bens, mas realizadas levando em conta diferentes contextos de preparação dos dados (e.g. nível de desagregação setorial e aplicação a um cenário econômico distinto do brasileiro). Isso pode fazer com as que estimativas não sejam completamente comparáveis, em razão de aquele trabalho focar no comércio interregional de um país desenvolvido, que possui características distintas do Brasil com relação à infraestrutura de transporte, escala de mercado e nível de renda.

O valor do coeficiente médio do setor agrícola obtido no presente estudo, por sua vez, foi mais elástico do que aquele encontrado por Haddad (2004) (-1.720) e menos elástico do que o encontrado por Faria (2009) (-3.887), trabalhos estes que calcularam estimativas para as elasticidades de comércio interregional com base em uma abordagem similar a utilizada neste estudo, apesar de utilizarem agregações regionais distintas. No caso de Haddad, especificamente, as elasticidades foram estimadas em um contexto de comércio interestadual, para o ano de 1996. Ressalta-se, para fins de contextualização, que, *coeteris paribus*, a dependência espacial tende a ser maior em níveis hierárquicos inferiores (desagregações espaciais mais finas), o que levaria à expectativa de obtenção de magnitudes das elasticidades tanto maiores (em módulo) quanto menores forem as áreas de análise.

As elasticidades dos produtos que compõem a indústria foram mais expressivas para os produtos *Fabricação de resina e elastômeros* (-2.097), *Bebidas* (-2.096) e *Produtos químicos orgânicos* (-2.050), respectivamente. O coeficiente médio da indústria foi igual a -1.820, valor mais elástico do que aqueles encontrados por Bilgic *et al.* (2002) (-0.840) e Tooze (1976) supondo o caso de retornos constantes de escala (-1.125) e supondo retornos não-constantes de escala (-0.901). No caso do estudo de Toose (1976),

há complicações adicionais para fazer comparações em relação às aquelas mencionadas anteriormente: observa-se diferença quanto ao procedimento metodológico utilizado e ao contexto histórico de análise, bastante distinto do atual. No entanto, o coeficiente médio da indústria foi menos elástico do que o calculado por Haddad (2004) (-2.079).

Para os produtos do setor extrativo, tem-se um coeficiente médio igual -1.177, menos elástico do que o coeficiente médio do mesmo setor encontrado por Bilgic *et al.* (2002) (-2.151) e Faria (2009) (-1.557). Apenas a fim de reflexão, o coeficiente médio dos setores extrativos observado no trabalho de Reinert e Roland-Holst (1992) foi igual a -0.758. No entanto, a comparação deste resultado com o obtido no presente estudo não deve ser feita, uma vez que os trabalhos estimam elasticidades com base em diferentes fluxos de comércio. Comparações deste tipo mereceriam atenção para análise comparativa, por exemplo, entre o grau de dependência das regiões com relação aos produtos no comércio regional e no comércio com o restante do mundo. Ademais, de acordo com Partridge e Rickman (1998), devido ao fato de regiões dentro de um contexto nacional serem mais próximas uma das outras, na maioria dos casos, e às barreiras artificiais impostas ao comércio internacional, as elasticidades do comércio regional tendem a ser maiores que as elasticidades do comércio de bens entre diferentes países.

Por fim, pode ser calculado um coeficiente médio igual a -2.133 para o setor de serviços, sendo os principais destaques os produtos *Correio* (-2.414), *Serviço público e seguridade social* (-2.382) e *Comércio* (-2.363). A estimativa média mostrou-se mais elástica do que a apresentada em Haddad (2004). Esta análise para o setor de serviços tem grande importância prática, na medida em que a quase inexistência de estimativas de elasticidades na literatura para este setor faz com que estes valores sejam muitas vezes fixados de forma *ad hoc* na calibragem de modelos EGC. Finalmente, vale mencionar que a forma de adoção das elasticidades calculadas neste estudo pode ser utilizada para calibragem de modelos de EGC, cabendo ao pesquisador encontrar a melhor configuração para aplicação de caso específico (e.g. nível de agregação setorial e/ou espacial).

Tabela 1. Estimativas de Elasticidades de Comércio Regional para o Brasil: Variável Dependente – $\ln(Q)$

<i>Produtos</i>	<i>Constante</i>		<i>ln(Custos)</i>		<i>ln(PIB)</i>		<i>ln(Densidade)</i>		<i>R²</i>	<i>Amostra</i>
	<i>Coefficiente</i>	<i>Erro-padrão</i>	<i>Coefficiente</i>	<i>Erro-padrão</i>	<i>Coefficiente</i>	<i>Erro-padrão</i>	<i>Coefficiente</i>	<i>Erro-padrão</i>		
1 Arroz em casca	-2.845	0.039	-1.318	0.007	1.166	0.002	0.031	0.003	0.826	63656
2 Milho em grão	-3.348	0.105	-1.239	0.020	0.832	0.009	-0.053	0.008	0.496	11960
3 Trigo em grão e outros cereais	-8.483	0.047	0.002*	0.008	1.149	0.003	-0.017	0.004	0.823	29604
4 Cana-de-açúcar	1.679	0.042	-2.266	0.008	1.043	0.001	-0.352	0.003	0.830	152145
5 Soja em grão	-3.476	0.254	-1.800	0.050	1.138	0.015	-0.024*	0.025	0.785	1896
6 Outros produtos e serviços da lavoura	-2.329	0.034	-1.656	0.006	0.870	0.003	-0.084	0.002	0.543	171687
7 Mandioca	-0.705	0.038	-1.807	0.007	1.181	0.002	0.053	0.002	0.689	170262
8 Fumo em folha	-7.929	0.066	-0.137	0.012	1.009	0.003	-0.047	0.005	0.808	28961
9 Algodão herbáceo	-2.369	0.069	-1.374	0.013	1.141	0.003	0.050	0.005	0.895	19398
10 Frutas cítricas	3.720	0.045	-2.505	0.008	1.114	0.002	-0.395	0.003	0.795	155624
11 Café em grão	-5.848	0.106	-0.877	0.019	1.291	0.004	-0.198	0.007	0.805	25959
12 Produtos da exploração florestal e da silvicultura	-2.685	0.035	-1.407	0.006	0.978	0.003	-0.089	0.003	0.634	111901
13 Bovinos e outros animais vivos	-3.321	0.033	-1.832	0.006	1.198	0.003	0.194	0.002	0.693	129981
14 Leite de vaca e de outros animais	-0.241	0.036	-2.084	0.006	1.027	0.002	-0.025	0.002	0.751	129446
15 Suínos vivos	0.223	0.037	-1.962	0.007	1.056	0.003	0.022	0.003	0.604	129969
16 Aves vivas	1.341	0.042	-2.241	0.007	0.935	0.003	-0.185	0.003	0.661	129896
17 Ovos de galinha e de outras aves	2.833	0.032	-2.304	0.006	0.983	0.002	-0.339	0.002	0.799	129896
18 Pesca e aquicultura	3.220	0.053	-2.376	0.010	1.259	0.003	-0.217	0.004	0.719	68067
19 Petróleo e gás natural	-3.020	0.297	-1.508	0.054	1.158	0.016	-0.469	0.021	0.694	2566
20 Minério de ferro	-5.899	0.666	-1.124	0.118	0.929	0.042	0.050*	0.060	0.812	177
21 Carvão mineral	-3.335	0.920	-0.137***	0.060	0.456***	0.198	0.015*	0.029	0.059	154
22 Minerais metálicos não-ferrosos	-6.322	0.800	-1.275**	0.329	1.350	0.093	0.044*	0.176	0.993	6
23 Minerais não-metálicos	-0.339*	0.384	-1.842	0.074	1.271	0.027	-0.447	0.028	0.706	1188

24	Abate e preparação de produtos de carne	-4.257	0.070	-1.702	0.013	1.252	0.004	-0.008*	0.005	0.770	33067
25	Carne de suíno fresca, refrigerada ou congelada	-3.924	0.082	-1.074	0.015	1.140	0.004	-0.282	0.006	0.722	33067
26	Carne de aves fresca, refrigerada ou congelada	-1.668	0.074	-1.524	0.013	0.955	0.004	-0.392	0.005	0.703	32726
27	Pescado industrializado	3.042	0.133	-2.275	0.025	1.051	0.009	-0.192	0.010	0.652	11459
28	Conservas de frutas, legumes e outros vegetais	-0.028*	0.136	-2.090	0.026	0.848	0.008	-0.150	0.010	0.438	21905
29	Óleo de soja em bruto e tortas, bagaços e farelo de soja	-6.877	0.137	-0.742	0.019	1.015	0.017	-0.020*	0.008	0.316	10026
30	Outros óleos e gordura vegetal e animal exclusive milho	0.925	0.113	-2.165	0.022	1.016	0.006	-0.032	0.008	0.733	13241
31	Óleo de soja refinado	-1.946	0.077	-1.502	0.014	1.030	0.004	-0.119	0.005	0.661	39633
32	Leite resfriado, esterilizado e pasteurizado	0.048*	0.070	-2.102	0.013	0.924	0.005	-0.094	0.005	0.675	27996
33	Produtos do laticínio e sorvetes	-0.452	0.072	-2.082	0.013	0.914	0.005	-0.074	0.005	0.664	27996
34	Arroz beneficiado e produtos derivados	-2.386	0.097	-1.527	0.018	1.178	0.004	-0.155	0.007	0.749	26153
35	Farinha de trigo e derivados	3.460	0.061	-2.392	0.011	1.016	0.004	-0.530	0.004	0.747	44640
36	Farinha de mandioca e outros	-0.204	0.070	-1.750	0.012	1.040	0.003	-0.340	0.005	0.706	46003
37	Óleos de milho, amidos e féculas vegetais e rações	2.124	0.073	-2.422	0.013	1.111	0.003	-0.499	0.005	0.800	38712
38	Produtos das usinas e do refino de açúcar	-2.632	0.122	-1.242	0.020	0.886	0.011	-0.314	0.008	0.520	9280
39	Café torrado e moído	3.836	0.073	-2.534	0.013	1.078	0.004	-0.487	0.005	0.739	46954
40	Café solúvel	-3.152	0.091	-0.859	0.016	1.041	0.004	-0.261	0.006	0.709	30488
41	Outros produtos alimentares	1.016	0.064	-2.196	0.012	0.892	0.004	-0.395	0.004	0.781	28879
42	Bebidas	1.900	0.085	-2.516	0.016	0.916	0.005	-0.299	0.006	0.712	24343
43	Produtos do fumo	1.314	0.065	-2.013	0.011	0.933	0.003	-0.397	0.004	0.697	46628
44	Beneficiamento de algodão e de outros têxteis e fiação	3.638	0.117	-2.540	0.022	0.979	0.006	-0.408	0.008	0.724	16924

45	Tecelagem	3.481	0.129	-2.434	0.024	1.031	0.007	-0.555	0.009	0.759	11671
46	Fabricação outros produtos têxteis	-0.023*	0.109	-1.908	0.020	0.977	0.006	-0.425	0.008	0.764	12937
47	Artigos do vestuário e acessórios	0.309	0.073	-2.104	0.014	0.931	0.004	-0.378	0.005	0.772	28391
48	Preparação do couro e fabricação de artefatos - exclusive calçados	-0.335	0.093	-1.949	0.018	0.938	0.006	-0.085	0.007	0.633	22627
49	Fabricação de calçados	0.833	0.098	-2.281	0.019	1.009	0.005	-0.200	0.007	0.733	22295
50	Produtos de madeira - exclusive móveis	-0.186*	0.073	-2.151	0.014	0.867	0.005	0.009*	0.005	0.653	27958
51	Celulose e outras pastas para fabricação de papel	-7.654	0.738	-0.889	0.121	1.087	0.053	0.183	0.053	0.486	581
52	Papel e papelão, embalagens e artefatos	-1.141	0.106	-1.875	0.020	1.011	0.006	-0.322	0.008	0.690	19018
53	Jornais, revistas, discos e outros produtos gravados	0.196	0.072	-2.047	0.013	0.882	0.004	-0.338	0.005	0.708	27908
54	Gás liquefeito de petróleo	-0.526	0.248	-1.541	0.031	0.913	0.030	-0.328	0.013	0.402	5115
55	Gasolina automotiva	-1.297	0.398	-1.527	0.050	0.882	0.031	-0.364	0.026	0.564	1598
56	Gasoálcool	-6.083	0.219	-1.231	0.034	1.217	0.009	-0.116	0.016	0.887	2656
57	Óleo combustível	-4.084	0.231	-1.288	0.032	1.229	0.021	-0.282	0.015	0.673	2436
58	Óleo diesel	-7.091	0.242	-1.070	0.031	1.260	0.017	-0.249	0.014	0.741	2434
59	Outros produtos do refino de petróleo e coque	-3.748	0.303	-1.078	0.035	0.925	0.029	-0.317	0.016	0.363	3915
60	Álcool	-4.004	0.218	-0.959	0.036	0.878	0.018	-0.177	0.012	0.510	2778
61	Produtos químicos inorgânicos	-3.479	0.084	-1.676	0.016	1.086	0.005	-0.316	0.006	0.707	24708
62	Produtos químicos orgânicos	-3.651	0.158	-1.873	0.029	1.062	0.006	-0.303	0.012	0.602	21040
63	Fabricação de resina e elastômeros	-0.697	0.166	-2.199	0.029	1.045	0.009	-0.501	0.012	0.604	13441
64	Produtos farmacêuticos	-0.197*	0.112	-1.891	0.021	1.026	0.005	-0.525	0.008	0.759	16810
65	Defensivos agrícolas	0.555	0.138	-1.971	0.025	1.152	0.008	-0.549	0.010	0.787	8537
66	Perfumaria, sabões e artigos de limpeza	1.787	0.080	-2.128	0.015	0.985	0.004	-0.611	0.006	0.790	23189
67	Tintas, vernizes, esmaltes e lacas	1.123	0.104	-1.854	0.019	1.003	0.006	-0.572	0.007	0.754	15340
68	Produtos e preparados químicos diversos	1.304	0.088	-1.946	0.016	0.943	0.005	-0.554	0.006	0.760	19726

69	Artigos de borracha	0.180	0.087	-1.863	0.017	0.914	0.005	-0.393	0.006	0.675	23552
70	Artigos de plástico	0.096*	0.080	-1.939	0.015	0.929	0.004	-0.475	0.006	0.769	24891
71	Cimento	-0.421	0.213	-1.279	0.034	0.778	0.019	-0.358	0.013	0.457	4517
72	Outros produtos de minerais não-metálicos	1.075	0.065	-2.256	0.012	0.696	0.005	-0.156	0.004	0.674	28903
73	Gusa e ferro-ligas	-11.227	0.405	-0.234	0.070	1.128	0.029	-0.134	0.029	0.261	5003
74	Semi-acabados, laminados planos, longos e tubos de aço	-7.672	0.232	-0.833	0.033	1.058	0.018	-0.231	0.014	0.491	4690
75	Produtos da metalurgia de metais não-ferrosos	2.736	0.095	-2.382	0.018	0.900	0.005	-0.554	0.007	0.762	17843
76	Fundidos de aço	-0.546	0.107	-1.586	0.020	0.920	0.006	-0.304	0.008	0.635	20179
77	Produtos de metal - exclusive máquinas e equipamento	-0.775	0.087	-1.938	0.016	0.926	0.005	-0.412	0.006	0.690	28170
78	Máquinas e equipamentos, inclusive manutenção e reparos	-2.011	0.093	-1.790	0.017	0.969	0.005	-0.396	0.007	0.694	26818
79	Eletrodomésticos	-1.372	0.126	-1.575	0.024	1.038	0.006	-0.395	0.009	0.767	11677
80	Máquinas para escritório e equipamentos de informática	0.846	0.116	-2.167	0.021	0.994	0.005	-0.323	0.008	0.829	10184
81	Máquinas, aparelhos e materiais elétricos	-1.560	0.098	-1.663	0.018	0.981	0.004	-0.461	0.007	0.756	20694
82	Material eletrônico e equipamentos de comunicações	0.178*	0.093	-2.093	0.017	0.942	0.004	-0.317	0.007	0.823	13844
83	Aparelhos/instrumentos médico-hospitalar, medida e óptico	-0.333	0.101	-1.693	0.019	1.008	0.005	-0.486	0.007	0.741	20135
84	Automóveis, camionetas e utilitários	-7.049	0.286	-1.018	0.035	1.154	0.018	-0.327	0.013	0.582	5371
85	Caminhões e ônibus	-10.312	0.402	-0.648	0.058	1.526	0.029	-0.303	0.023	0.748	1053
86	Peças e acessórios para veículos automotores	-1.242	0.092	-1.735	0.017	0.899	0.004	-0.423	0.007	0.706	24117
87	Outros equipamentos de transporte	0.748	0.105	-2.172	0.020	0.775	0.006	-0.218	0.008	0.663	16241
88	Móveis e produtos das indústrias diversas	-1.233	0.085	-1.959	0.016	0.922	0.005	-0.189	0.006	0.654	28238

89	Sucatas recicladas	3.510	0.087	-2.096	0.017	0.843	0.006	-0.369	0.006	0.669	21633
90	Produção e distribuição de eletricidade, gás, água, esgoto e limpeza urbana	0.378	0.063	-2.336	0.012	0.816	0.004	-0.310	0.004	0.760	28628
91	Construção civil	-0.784	0.082	-2.356	0.015	0.799	0.005	-0.382	0.006	0.670	29107
92	Comércio	-0.862	0.086	-2.363	0.014	0.573	0.006	-0.127	0.005	0.552	29284
93	Transporte de carga	-1.630	0.105	-2.040	0.019	0.930	0.006	-0.500	0.007	0.596	28723
94	Transporte de passageiro	0.424	0.083	-2.352	0.015	0.852	0.005	-0.429	0.006	0.691	28916
95	Correio	1.082	0.085	-2.414	0.016	0.616	0.006	-0.088	0.006	0.525	29284
96	Serviços de informação	-0.429	0.089	-2.175	0.016	0.964	0.005	-0.644	0.006	0.709	28886
97	Intermediação financeira, seguros e previdência complementar e serviços relacionados	-2.111	0.093	-2.124	0.016	0.965	0.006	-0.467	0.006	0.629	29272
98	Atividades imobiliárias e aluguéis	-0.699	0.090	-1.942	0.017	0.988	0.005	-0.726	0.006	0.736	24955
99	Aluguel imputado	-2.291	0.106	-1.754	0.019	1.005	0.006	-0.699	0.007	0.672	23189
100	Serviços de manutenção e reparação	0.763	0.080	-2.185	0.015	0.950	0.005	-0.634	0.006	0.733	27523
101	Serviços de alojamento e alimentação	0.113*	0.085	-2.251	0.016	0.928	0.005	-0.627	0.006	0.700	29165
102	Serviços prestados às empresas	0.517	0.087	-2.326	0.016	0.995	0.004	-0.743	0.006	0.767	29156
103	Educação mercantil	-0.372	0.080	-2.170	0.015	0.791	0.005	-0.305	0.006	0.635	29142
104	Saúde mercantil	-1.743	0.121	-1.778	0.022	1.006	0.007	-0.716	0.008	0.611	21057
105	Serviços prestados às famílias	0.768	0.077	-2.290	0.014	0.894	0.005	-0.549	0.005	0.722	29046
106	Serviços associativos	-1.365	0.098	-2.075	0.018	0.909	0.007	-0.254	0.007	0.540	29277
107	Serviços domésticos	-3.566	0.099	-1.905	0.018	0.842	0.009	0.172	0.007	0.423	28189
108	Educação pública	-2.235	0.095	-2.039	0.017	0.902	0.006	-0.342	0.007	0.593	29142
109	Saúde pública	-2.266	0.109	-1.972	0.020	0.948	0.007	-0.398	0.008	0.552	29181
110	Serviço público e seguridade social	-1.628	0.090	-2.382	0.015	0.585	0.007	0.042	0.006	0.498	29284

Fonte: Resultados obtidos utilizando o programa Stata 10.0

Observação: Todos os coeficientes são significantes ao nível de 1%, com exceção à sinalização que se segue: i) * indica coeficientes não significantes a 10%; ii) ** indica coeficientes significantes a 10% e iii) *** indica coeficientes significantes a 5%.

5. Conclusão

O nível de comércio entre regiões é um importante indicativo de algumas relações de dependência de bens e serviços que podem existir em uma economia integrada. Regiões, por exemplo, que possuem população distribuída de forma mais esparsa no território tendem a despendar quantia maior de sua produção ao consumo próprio, enquanto que regiões com maior escala de mercado, no que diz respeito ao potencial de consumo e oferta de insumos a produção, tem maior disposição a realização de comércio. Estas e outras características podem indicar como o comércio pode se configurar no espaço econômico, sendo possível também identificar os principais fluxos e bens transacionados. O presente estudo não focou diretamente na forma com que tal dependência ocorre com relação ao comércio dentro do Brasil, mas sim na obtenção do grau de sensibilidade dos produtos ao comércio interregional.

Dessa forma, foram obtidas estimativas de elasticidades de comércio regional entre as 558 microrregiões do Brasil para os 110 produtos classificados de acordo com a nomenclatura do Novo Sistema de Contas Nacionais do IBGE. Para isso, foi utilizado um amplo banco de dados construído a partir de informações específicas da economia brasileira, seguindo algumas etapas técnicas de implementação e critérios rigorosos de validação dos dados. Esta parte do trabalho representou um ponto importante, dado o fato de que a geração das informações sobre o fluxo de comércio e o custo de transporte interregional não é trivial. A forma de modelagem foi realizada similarmente ao procedimento adotado por Bilgic (2002) que, juntamente com o trabalho de Armington (1969), foram as principais referências para a obtenção da equação final a ser estimada. Os resultados das estimações apresentaram, em geral, coeficientes com sinais esperados e as elasticidades variaram que acordo com os tipos de produtos.

O presente estudo representa uma contribuição importante, principalmente em termos de geração de estimativas de elasticidades de substituição no comércio para o Brasil, dada a escassez de trabalhos que puderam ser identificados na literatura. Talvez um dos principais determinantes disso seja o fato de que a implementação dos modelos seja bastante restringida pela falta de dados, especialmente com relação às variáveis de fluxos de comércio e custo de transação interregional. No entanto, estas medidas são essenciais na calibragem de modelos regionais de grandes escala (e.g. modelos de EGC)

que buscam captar efeitos sistêmicos de choques exógenos, pois necessitam de dados de melhor qualidade para informar a sensibilidade entre os *links* de comércio.

Referências

ARMINGTON, P. A. A Theory of Demand for Products Distinguished by Place of Production. *International Monetary Fund Staff Papers*, v. 16, p. 159-178, 1969.

BILGIC, A.; KING, S.; LUSBY, A.; SCHREINER, D. F. Estimates of U.S. regional commodity trade elasticities. *Journal of Regional Analysis and Policy*, v. 32, n. 2, p. 79-98, 2002.

BLONIGEN, B. A.; WILSON, W. W. Explaining Armington: What determines substitutability between home and foreign goods? *Canadian Journal of Economics*, v. 32, p. 1121, 1999.

DIXON, P. B.; PARMENTER, B. R.; POWELL, A. A.; WILCOXEN, P. J. *Notes and problem in applied general equilibrium economics*. North-Holland: Amsterdam, 1992.

_____; RIMMER, M. T. Disaggregation of results from a detailed general equilibrium model of the US to the State level. *Working Paper*, Centre of Policy Studies, Monash University, 2004.

FARIA, W. R. *Efeitos regionais de investimentos em infra-estrutura de transporte rodoviário*. 143 f. Dissertação (Mestrado em Economia) – Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais, 2009.

GALLAWAY, M. P.; MCDANIEL, C. A.; RIVERA, S. A. Short-run and long-run industry-level estimates of U.S. Armington elasticities. *North American Journal of Economics and Finance*, v. 14, p. 49-68, 2003.

HADDAD, E. A. *Retornos crescentes, custos de transporte e crescimento regional*. 2004. 207 f. Tese (Livre-docência em Economia) – Instituto de Pesquisas Econômicas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

MAGALHÃES, A. S. *O comércio por vias internas e seu papel sobre crescimento e desigualdade regional no Brasil*. 134 f. Dissertação (Mestrado em Economia) – Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais, 2009.

PARTRIDGE, M. D.; RICKMAN, D. S. Regional computable general equilibrium modeling: a survey and critical appraisal. *International Regional Science Review*. v 21, n. 3, p. 205-248, 1998.

REINERT, K. A.; ROLAND-HOLST, D. W. Armington elasticities for United States manufacturing sectors. *Journal of Policy Modeling*, v. 14, p. 631-639, 1992.

SHIELLS, C. R.; STERN, R.M.; DEARDORFF, A. V. Estimates of the elasticities of substitution between imports and home goods for the United States. *Weltwirtschaftliches-Archiv*, 122, p. 497-519, 1986.

_____; REINERT, K. A. Armington models and terms-of-trade effects: Some econometric evidence for North America. *Canadian Journal of Economics*, v. 26, p. 299-316, 1993.

TOOSE, M. J. Regional Elasticities of Substitution in the United Kingdom in 1968. *Urban Studies*, v. 13, p. 35-44, 1976.

WOOLDRIDGE, J. M. *Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data*. England: Mit Press, 2002.

Anexo

Figura A.1. Correlação entre Rendimento do Trabalho da PNAD e Despesa Familiar da POF

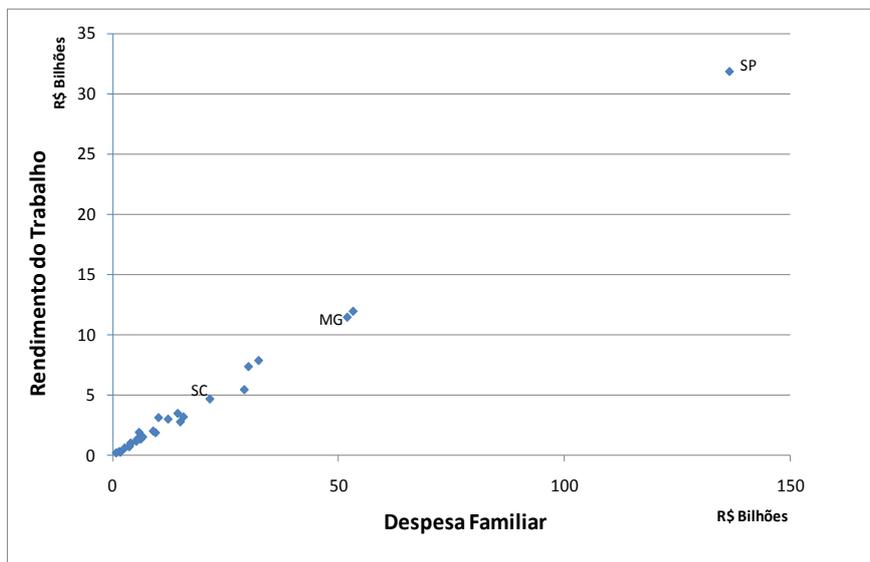


Tabela A.1. Produtos contemplados pela Matriz O-D

Produtos	
1 Arroz em casca	29 Óleo de soja em bruto e tortas, bagaços e farelo de soja
2 Milho em grão	31 Óleo de soja refinado
3 Trigo em grão e outros cereais	34 Arroz beneficiado e produtos derivados
4 Cana-de-açúcar	35 Farinha de trigo e derivados
5 Soja em grão	36 Farinha de mandioca e outros
6 Outros produtos e serviços da lavoura	37 Óleos de milho, amidos e féculas vegetais e rações
7 Mandioca	38 Produtos das usinas e do refino de açúcar
8 Fumo em folha	39 Café torrado e moído
9 Algodão herbáceo	40 Café solúvel
10 Frutas cítricas	43 Produtos do fumo
11 Café em grão	51 Celulose e outras pastas para fabricação de papel
12 Produtos da exploração florestal e da silvicultura	54 Gás liquefeito de petróleo
13 Bovinos e outros animais vivos	55 Gasolina automotiva
14 Leite de vaca e de outros animais	56 Gasoálcool
15 Suínos vivos	57 Óleo combustível
16 Aves vivas	58 Óleo diesel
17 Ovos de galinha e de outras aves	59 Outros produtos do refino de petróleo e coque
18 Pesca e aquicultura	60 Álcool
19 Petróleo e gás natural	61 Produtos químicos inorgânicos
20 Minério de ferro	62 Produtos químicos orgânicos
21 Carvão mineral	63 Fabricação de resina e elastômeros
22 Minerais metálicos não-ferrosos	71 Cimento
23 Minerais não-metálicos	73 Gusa e ferro-ligas
24 Abate e preparação de produtos de carne	74 Semi-acabados, laminados planos, longos e tubos de aço
25 Carne de suíno fresca, refrigerada ou congelada	84 Automóveis, camionetas e utilitários
26 Carne de aves fresca, refrigerada ou congelada	85 Caminhões e ônibus

Tabela A.2. Tabela de Conversão Grupos CNAE 2.0 para 110 Produtos das Contas Nacionais

Produtos - Contas Nacionais	Grupos - CNAE 2.0	Produtos - Contas Nacionais	Grupos - CNAE 2.0
27	10.2	80	26.2
28	10.3	81	27.1; 27.2; 27.3; 27.4; 27.9
30	10.4	82	26.1; 26.6; 26.4
32	10.5	83	26.6; 32.5
33	10.5	86	29.3; 29.4; 29.5
41	10.9	87	30.1; 30.3; 30.4; 30.5; 30.9
42	11.1; 11.2	88	31.0
44	13.1	89*	46.87-7
45	13.2	90	35.1; 35.2; 35.3. 36.0; 37.0; 38.1; 38.2; 38.3; 39.0
46	13.3	91	41.1; 41.2; 42.1; 42.9; 43.1; 43.2; 43.3; 43.9
47	13.4; 13.5; 14.1; 14.2	92	45.1; 45.3; 45.4; 46.1; 46.2; 46.3; 46.4; 46.5; 46.6; 46.7; 46.8; 46.9; 47.1; 47.2; 47.3; 47.4; 47.5; 47.6; 47.7; 47.8; 47.9
48	15.1; 15.2	93	49.1; 49.3; 49.4; 50.1; 50.2; 50.3; 50.9; 51.2
49	15.3; 15.4	94	49.2; 49.5; 51.1; 51.3
50	16.1; 16.2	95	53.1; 53.2
52	17.2; 17.3; 17.4	96	58.1; 58.2; 59.1; 59.2; 60.1; 60.2; 61.1; 61.2; 61.3; 61.4; 61.9; 62.0; 63.1; 63.9
53	18.1; 18.2; 18.3	97	64.1; 64.2; 64.3; 64.4; 64.5; 64.6; 64.7; 64.9; 65.1; 65.2; 65.3; 66.1; 66.2; 66.3
64	21.1; 21.2	98	68.1; 68.2
65	20.5	99**	68.21-8
66	20.6	100	95.1; 95.2
67	20.7	101	55.1; 55.9; 56.1; 56.2
68	20.9	102	82.1; 82.2; 82.3; 82.9
69	22.1	103	80.1; 80.2; 80.3; 80.4; 80.5; 80.9
70	22.2	104	65.5
72	23.3; 23.4; 23.9	105	95.1; 95.2; 96.0; 97.0
75	24.4	106	94.1; 94.2; 94.3; 94.9
76	24.5	107	97.0
77	25.1, 25.2; 25.3; 25.4; 25.5; 25.9	108	80.1; 80.2; 80.3; 80.4; 80.5; 80.9
78	28.1; 28.2; 28.3; 28.4; 28.5; 28.6; 33.1; 33.2	109	86.1; 86.2; 86.3; 86.4; 86.5; 86.9; 87.1; 87.2; 87.3; 88.0
79	27.5	110	84.1; 84.2; 84.3

As observações em (*) e (**) relativas aos produtos 89 e 99 identificam, respectivamente, a utilização para estes produtos da divisão de Classe da CNAE, mais detalhada do que a divisão de Grupo. Decidiu-se por isso, já que fornece uma informação mais refinada e adequada acerca dos produtos em questão.

Tabela A.3. Tabela de Conversão Grupos CNAE 2.0 para 110 Produtos das Contas Nacionais

Produtos	Critério escolhido	Grupo	
1	Arroz em casca	Matriz de Origem-Destino	2
2	Milho em grão	Matriz de Origem-Destino	1
3	Trigo em grão e outros cereais	Matriz de Origem-Destino	2
4	Cana-de-açúcar	Matriz de Origem-Destino	1
5	Soja em grão	Matriz de Origem-Destino	1
6	Outros produtos e serviços da lavoura	Matriz de Origem-Destino	2
7	Mandioca	Matriz de Origem-Destino	2
8	Fumo em folha	Matriz de Origem-Destino	2
9	Algodão herbáceo	Matriz de Origem-Destino	2
10	Frutas cítricas	Matriz de Origem-Destino	2
11	Café em grão	Matriz de Origem-Destino	2
12	Produtos da exploração florestal e da silvicultura	Matriz de Origem-Destino	1
13	Bovinos e outros animais vivos	Matriz de Origem-Destino	2
14	Leite de vaca e de outros animais	Matriz de Origem-Destino	2
15	Suínos vivos	Matriz de Origem-Destino	2
16	Aves vivas	Matriz de Origem-Destino	2
17	Ovos de galinha e de outras aves	Matriz de Origem-Destino	2
18	Pesca e aquicultura	Matriz de Origem-Destino	2
19	Petróleo e gás natural	Informação cruzada Matriz O-D + Fipe shares por UF (ANP)	1
20	Minério de ferro	Matriz de Origem-Destino	1
21	Carvão mineral	Informação cruzada Matriz O-D + Fipe shares	1
22	Minerais metálicos não-ferrosos	Matriz de Origem-Destino	1
23	Minerais não-metálicos	Informação cruzada Matriz O-D + Fipe shares por UF (DNPM/ANDA)	2
24	Abate e preparação de produtos de carne	Matriz de Origem-Destino	2
25	Carne de suíno fresca, refrigerada ou congelada	Informação cruzada Matriz O-D + Fipe shares (Abipecs/Embrapa)	2
26	Carne de aves fresca, refrigerada ou congelada	Informação cruzada Matriz O-D + Fipe shares (UBA)	2
27	Pescado industrializado	Fipe - Shares	4b
28	Conservas de frutas, legumes e outros vegetais	Fipe - Shares	4b
29	Óleo de soja em bruto e tortas, bagaços e farelo de soja	Informação cruzada Matriz O-D + Fipe shares	1
30	Outros óleos e gordura vegetal e animal exclusive milho	Fipe - Shares	4b
31	Óleo de soja refinado	Informação cruzada Matriz O-D + Fipe shares (ABIOVE)	2
32	Leite resfriado, esterilizado e pasteurizado	Fipe - Shares	4b
33	Produtos do laticínio e sorvetes	Fipe - Shares	4b
34	Arroz beneficiado e produtos derivados	Informação cruzada Matriz O-D + Fipe shares	2
35	Farinha de trigo e derivados	Informação cruzada Matriz O-D + Fipe shares (Abitrigo)	2
36	Farinha de mandioca e outros	Informação cruzada Matriz O-D + Fipe shares	2
37	Óleos de milho, amidos e féculas vegetais e rações	Informação cruzada Matriz O-D + Fipe shares	2
38	Produtos das usinas e do refino de açúcar	Matriz de Origem-Destino	1
39	Café torrado e moído	Informação cruzada Matriz O-D + Fipe shares	2
40	Café solúvel	Informação cruzada Matriz O-D + Fipe shares	2

41	Outros produtos alimentares	Fipe - Shares	4b
42	Bebidas	Fipe - Shares	4b
43	Produtos do fumo	Informação cruzada Matriz O-D + Fipe shares	2
44	Beneficiamento de algodão e de outros têxt e fiação	Fipe - Shares	4b
45	Tecelagem	Fipe - Shares	4b
46	Fabricação outros produtos Têxteis	Fipe - Shares	4b
47	Artigos do vestuário e acessórios	Fipe - Shares	4a
48	Preparação do couro e fabricação de artefatos - exclusive calçados	Fipe - Shares	4a
49	Fabricação de calçados	Fipe - Shares	4a
50	Produtos de madeira - exclusive móveis	Fipe - Shares	4b
51	Celulose e outras pastas para fabricação de papel	Fipe ajustado por Matriz de Origem-Destino	1
52	Papel e papelão, embalagens e artefatos	Informação cruzada Matriz O-D + Fipe shares (BRACELPA)	2
53	Jornais, revistas, discos e outros produtos gravados	Fipe - Shares	4b
54	Gás liquefeito de petróleo	Informação cruzada Matriz O-D + Fipe shares (ANP)	2
55	Gasolina automotiva	Matriz de Origem-Destino	1
56	Gasóócool	Matriz de Origem-Destino	1
57	Óleo combustível	Matriz de Origem-Destino	1
58	Óleo diesel	Matriz de Origem-Destino	1
59	Outros produtos do refino de petróleo e coque	Informação cruzada Matriz O-D + Fipe shares (ANP)	2
60	Álcool	Matriz de Origem-Destino	1
61	Produtos químicos inorgânicos	Informação cruzada Matriz O-D + Fipe shares (ABIQUIM)	2
62	Produtos químicos orgânicos	Informação cruzada Matriz O-D + Fipe shares (ABIQUIM)	2
63	Fabricação de resina e elastômeros	Informação cruzada Matriz O-D + Fipe shares (ABIQUIM)	2
64	Produtos farmacêuticos	Fipe - Shares	4a
65	Defensivos agrícolas	Fipe - Shares	4b
66	Perfumaria, sabões e artigos de limpeza	Fipe - Shares	4b
67	Tintas, vernizes, esmaltes e lacas	Fipe - Shares	4b
68	Produtos e preparados químicos diversos	Fipe - Shares	4b
69	Artigos de borracha	Fipe - Shares	4b
70	Artigos de plástico	Fipe - Shares	4b
71	Cimento	Logit - Shares	1
72	Outros produtos de minerais não-metálicos	Fipe - Shares	4b
73	Gusa e ferro-ligas	Informação cruzada Matriz O-D + Fipe shares (MME/Sindifer/ABRAFE)	2
74	Semi-acabados, laminados planos, longos e tubos de aço	Matriz de Origem-Destino	1
75	Produtos da metalurgia de metais não-ferrosos	Fipe - Shares	4b
76	Fundidos de aço	Fipe - Shares	4b
77	Produtos de metal - exclusive máquinas e equipamento	Fipe - Shares	4b
78	Máquinas e equipamentos, inclusive manutenção e reparos	Fipe - Shares	4b
79	Eletrodomésticos	Fipe - Shares	4b
80	Máquinas para escritório e equipamentos de informática	Fipe - Shares	4a
81	Máquinas, aparelhos e materiais elétricos	Fipe - Shares	4b
82	Material eletrônico e equipamentos de comunicações	Fipe - Shares	4a

83	Aparelhos/instrumentos médico-hospitalar, medida e óptico	Fipe - Shares	4a
84	Automóveis, camionetas e utilitários	Fipe - Shares	1
85	Caminhões e ônibus	Logit - Shares	1
86	Peças e acessórios para veículos automotores	Fipe - Shares	4b
87	Outros equipamentos de transporte	Fipe - Shares	4b
88	Móveis e produtos das indústrias diversas	Fipe - Shares	4b
89	Sucatas recicladas	Matriz de Origem-Destino - IBS / Abralatas / ABAL / Sindicel / Bracelpa / Plativida / Abividros	2
90	Eletricidade e gás, água, esgoto e limpeza urbana	Fipe - Shares	5
91	Construção	Fipe - Shares	5
92	Comércio	Fipe - Shares	5
93	Transporte de carga	Fipe - Shares	5
94	Transporte de passageiro	Fipe - Shares	5
95	Correio	Fipe - Shares	5
96	Serviços de informação	Fipe - Shares	5
97	Intermediação financeira e seguros	Fipe - Shares	5
98	Serviços imobiliários e aluguel	Fipe - Shares	5
99	Aluguel imputado	Fipe - Shares	5
100	Serviços de manutenção e reparação	Fipe - Shares	5
101	Serviços de alojamento e alimentação	Fipe - Shares	5
102	Serviços prestados às empresas	Fipe - Shares	5
103	Educação mercantil	Fipe - Shares	5
104	Saúde mercantil	Fipe - Shares	5
105	Serviços prestados às famílias	Fipe - Shares	5
106	Serviços associativos	Fipe - Shares	5
107	Serviços domésticos	Fipe - Shares	5
108	Educação pública	Fipe - Shares	5
109	Saúde pública	Fipe - Shares	5
110	Serviço público e seguridade social	Fipe - Shares	5

Apêndice

A.1. Rotinas do MATLAB para obtenção das matrizes de comércio interregional

1.1. Etapa 1

% Nesta etapa, a partir das demandas de cada produto em cada microrregião, as *shin tables* preenchidas. São criadas 110 *shin tables*, correspondentes a cada um dos 110 produtos, com dimensão 558x558 (microrregiões)

```
SHINV = zeros(61380,558);

for P = 1:110;
    for O = 1:558;
        for D = 1:558;
            L = O + (P-1)*558;
            C = D;
            CD = P;
            LD = D;
            SHINV(L,C) = SHIN(L,C)*Demanda(LD,CD);
        end
    end
end
clear LD CD C L D O P
```

1.2. Etapa 2

% Nesta etapa é criada uma matriz que contém as 110 *shin tables* com dimensão 558x558 cada uma. Os valores são armazenados na vertical para os 110 produtos (558 microrregiões de origem-destino).

```
SHIN = ones(61380,558);

% Para criar as diagonais das matrizes:

for P = 1:110;
    for O = 1:558;
        L = O + (P-1)*558;
        C = O;
        PROPDIAG = [Oferta(O,P)/Demanda(O,P) 1];
        SHIN(L,C) = min(PROPDIAG)*FATOR(P);
    end
end
```

% Para criar a matriz PROPSUP 558(micro)x110(produtos) com as participações da oferta de cada microrregião no total do país para cada produto:

```
ST = sum(Oferta);
PESO = inv(diag(ST));
PROPSUP = Oferta*PESO;
```

% Isso cria matrizes auxiliares para o cálculo da fórmula das células de fora das diagonais. Trata-se de 110 matrizes origem-destino, com dimensão 558x558, armazenadas na vertical (PROPOF), onde as participações da oferta de cada microrregião (destino) no total do país para cada produto é multiplicado pelo inverso do tempo mínimo do par origem-destino correspondente:

```

PROPOF = zeros(61380,558);
for P = 1:110;
    for O = 1:558;
        for D = 1:558;
            L = O + (P-1)*558;
            C = D;
            if O == D;
                PROPOF(L,C)=0;
            else
                PROPOF(L,C)=(1/Distancia(O,D)^2)*PROPSUP(O,P);
            end
        end
    end
end

% Para cria a matriz somaprop(110x558) que contém as somas de todas as
origens para cada microrregião de destino(colunas), isso para cada
produto (linha):

SOMAPROP = zeros(110,558);
for P = 1:110;
    LI = 1 + (P-1)*558;
    LF = P*558;
    SOMAPROP(P,1:558) = sum(PROPOF(LI:LF,1:558));
end

% Para criar as células de fora das diagonais:
for P = 1:110;
    for O = 1:558;
        for D = 1:558;
            L = O + (P-1)*558;
            LD = D + (P-1)*558;
            C = D;
            if O ~= D;
                SHIN(L,C)=PROPOF(L,C) * ((1-SHIN(LD,C))/SOMAPROP(P,D));
            end
        end
    end
end
clear C D L LD LF LI O P PESO PROPDIAG PROPOF PROPSUP SOMAPROP ST

```

1.3. Etapa 3

% A partir das *shin tables* com os valores e dos vetores de oferta e demanda originais aplica-se o método RAS e retorna as *shin tables* balanceadas. Serão criadas 110 *shin tables* de dimensão 558x558(microrregiões) armazenadas na vertical.

```

SHINRAS = zeros(61380,558);

for P=1:110;
    LI = 1 + (P-1)*558;
    LF = 558*P;

    % NL = NUMERO DE LINHAS DA MATRIZ A SER AJUSTADA

    NL = 558 ;

```

```

% NC = NUMERO DE COLUNAS DA MATRIZ A SER AJUSTADA

NC = 558 ;

% MAT1 = MATRIZ A SER AJUSTADA PELO METODO RAS

MAT1 = SHINV(LI:LF,1:558);

TOTC1 = sum(MAT1);

% TOTL = VETOR (NL X 1) COM OS TOTAIS "VERDADEIROS" DA SOMA AO
LONGO DAS LINHAS

TOTL = Oferta(1:558,P);

% TOTC = VETOR (1 X NC) COM OS TOTAIS "VERDADEIROS" DA SOMA AO
LONGO DAS COLUNAS

TOTC = Demanda(1:558,P)';

% CONTADORES

K = 0;
CONT = 0;

while K < 999,
    for I = 1:NL,
        for J = 1:NC,
            if TOTC1(J) ~= 0;
                MAT2(I,J) = MAT1(I,J) / TOTC1(J) * TOTC(J);
            end
        end
    end
    TOTL2 = sum(MAT2');
    for I = 1:NL,
        if TOTL2(I) ~= 0
            for J = 1:NC,
                MAT1(I,J) = MAT2(I,J) / TOTL2(I) * TOTL(I);
            end
        end
    end
    TOTC1 = sum(MAT1);
    CER = 0;
    for J = 1:NC,
        ERRO = TOTC(J) - TOTC1(J);
        if ERRO > -0.0000001 & ERRO < 0.0000001
            CER = CER + 1;
        end
    end
    if CER == NC
        K = 999;
    else
        K = K + 1;
    end
    CONT = CONT + 1;
end

% NOVAMAT: MATRIZ AJUSTADA PELO METODO RAS

```

```
NOVAMAT = MAT1;  
SHINRAS(LI:LF,1:558) = NOVAMAT;  
end  
clear P LI LF NL NC MAT1 TOTC1 TOTL TOTC K CONT I J MAT2 TOTL2 CER  
ERRO NOVAMAT
```

A.2. Custos de impedância⁵

Para elaboração das matrizes dos 110 produtos do Sistema de Contas Nacionais em valores monetários, foram utilizadas como impedância matrizes de fretes para cada tipo de produto.

Os fretes foram estimados em função da distância referente ao caminho mínimo entre a origem e o destino de cada produto. Para determinação destes caminhos mínimos, foi utilizado o MANTRA (Modelo de Análise e Planejamento Multimodal de Transportes) com base na oferta de transportes existente no ano-base (2007).

2.1. Determinação dos caminhos mínimos

Para representar a oferta de transporte de forma flexível, compatível com a idéia de uma rede multimodal, o MANTRA utiliza três conceitos: (i) tipo de ligação; (ii) modo físico; e (iii) modo de usuário.

Cada ligação, correspondente a um trecho da rede de transportes, é caracterizada pelo seu tipo, que a relaciona com os possíveis modos de transporte que podem utilizá-la. Numa rede regional, pode-se distinguir rodovias de diferentes padrões (projeto, qualidade do pavimento – bom / regular / ruim, tipo de terreno onde está implantada – plano / ondulado / montanhoso) ou trechos ferroviários com operação distinta (bitolas diferentes, tráfego pesado).

O modelo permite a consideração de diversos modos físicos de transporte. Cada modo físico utiliza um determinado tipo de infra-estrutura (correspondente a um subconjunto de tipos de ligações), um determinado tipo de veículo de transporte e apresenta uma determinada estrutura de custos e tarifas. O desempenho e outras características de um mesmo modo físico podem ser diferentes, dependendo do tipo de ligação.

Uma vez definidos, os modos físicos podem ser combinados de tal forma a representarem as diversas alternativas modais que podem ser escolhidas pelo usuário.

⁵ Texto elaborado por Fabiana Takebayashi, da Logit Consultoria.

Os modos de usuário devem indicar as reais possibilidades de intermodalidade existentes na área de estudo. As combinações de modos físicos consideradas são denominadas modos de usuário.

No transporte regional, os modos de usuário permitem combinar a ferrovia com acesso rodoviário ou a hidrovia com acesso rodoviário, ferroviário ou outra combinação possível.

No modelo, a determinação dos caminhos mínimos entre pares de zonas é executada separadamente para cada modo de usuário, considerando os modos físicos principais e complementares que o compõem. Todos os tipos de ligação pertencentes a esses modos físicos são utilizados na construção dos caminhos entre todos os pares de zonas da área de estudo e seu entorno, sendo possível especificar condições detalhadas de transferência entre modos (proibição, inclusive), válidos para toda a rede e diferenciados em pontos específicos, chamados de terminais de transferência.

O algoritmo de caminhos mínimos constrói, a cada passo, a árvore de caminhos para uma dada zona. Uma árvore contém os caminhos de uma determinada zona de origem para todas as demais zonas de destino, com um dado modo de usuário. As árvores de cada zona de origem são construídas sucessivamente pelo algoritmo, até determinar os caminhos de ligação entre todos os pares de zonas.

Para selecionar os caminhos, o critério adotado é o de menor custo generalizado para o usuário. O custo generalizado de cada ligação é função da distância e do tempo de viagem a ela associados, podendo incluir ainda um custo monetário específico da ligação para representar uma taxa de pedágio, ou uma tarifa de acesso a um modo.

Para expressar o custo generalizado em termos monetários, é necessário associar à distância um fator multiplicativo, correspondente a uma tarifa ou custo médio por quilômetro, apropriado para o modo físico e tipo de ligação. Quanto ao tempo de viagem, este é transformado em valores monetários através da especificação de um valor do tempo, que deve refletir um tipo de fluxo representativo, em geral obtido com base nos resultados da calibração do modelo de divisão modal.

Os custos generalizados de viagem são aditivos e lineares, no sentido que o custo generalizado de percorrer um caminho é igual à soma dos custos generalizados nas ligações utilizadas ao longo desse caminho. A estes custos relativos ao percurso de cada ligação são adicionados os custos de transferência entre modos na viagem (ponderando o desconforto, custos e tempos de espera eventuais).

Dadas estas informações, as árvores de caminhos de custo generalizado mínimo são calculadas usando o algoritmo de Dijkstra, largamente utilizado em problemas desse tipo devido à sua eficiência computacional, generalizado para tratar penalidades e condições especiais de transbordo definidos como transferências modais.

Uma vez estabelecidos os caminhos mínimos entre todos os pares de zonas, para todos os modos de usuário, é possível determinar as matrizes de fretes por tipo de produto para elaboração das matrizes em valores monetários.

2.2. Fretes

A determinação dos fretes referentes a cada um dos modos de transporte se baseou em dados obtidos de diversas fontes, sendo estas:

- (i) Banco de dados do SIFRECA (Sistema de Fretes Agrícolas);
- (ii) Tabela de fretes ferroviários máximos autorizados pela ANTT para serem praticados pelas diversas concessionárias (www.antt.gov.br);
- (iii) Custos de Cabotagem e Transporte Dutoviário divulgados pela Transpetro. (www.transpetro.com.br);
- (iv) Pesquisa de Mercado.

O SIFRECA – Sistema de Informação de Fretes – faz parte do Grupo de Pesquisa e Extensão em Logística Agroindustrial (ESALG-LOG), institucionalmente ligado ao Departamento de Economia, Administração e Sociologia da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ) da Universidade de São Paulo.

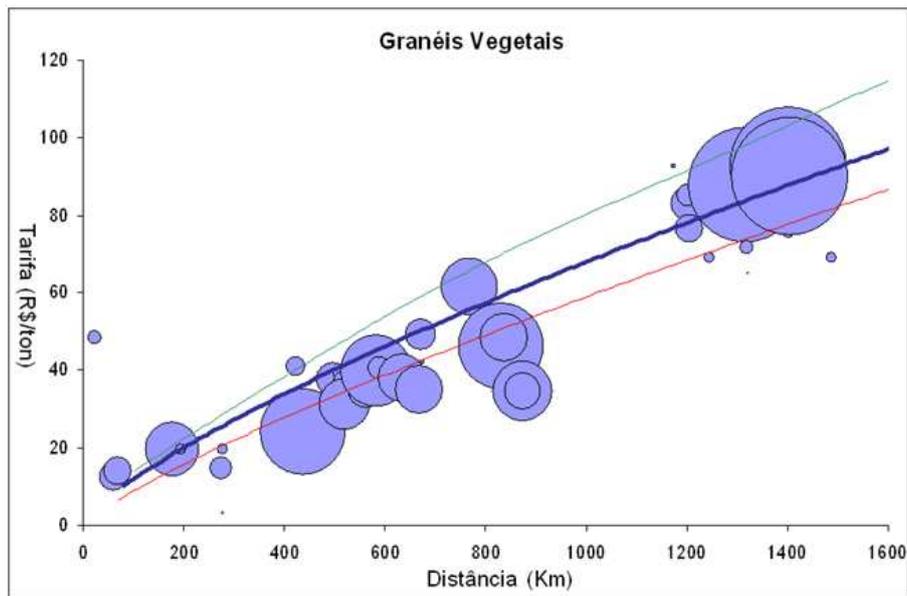
Há mais de cinco anos o SIFRECA realiza pesquisas sobre o transporte de diversos tipos de cargas e divulga os resultados periodicamente. As pesquisas são realizadas junto a transportadoras, usinas produtoras, caminhoneiros, agências de cargas entre outros, e atualmente, referem-se a mais de 50 produtos distintos (açúcar, adubos e fertilizantes, algodão, café, calcário, arroz e feijão, farelo de soja, laranja, leite, madeira, milho, óleo de soja, soja, suco de laranja, trigo, etc.), que transitam por aproximadamente 5.500 rotas em vários modais de transporte, tais como: rodoviário, ferroviário, hidroviário (marítimo, fluvial e cabotagem) e aeroviário. Os resultados da pesquisa de fretes são publicados mensalmente, para assinantes, através do Informe SIFRECA.

Os fretes rodoviários adotados no modelo foram baseados nos dados obtidos do SIFRECA ajustados através da pesquisa de mercado, assim como os fretes hidroviários. Já os fretes ferroviários foram compostos pelos valores extraídos da ANTT, que representam o frete máximo autorizado a ser praticado pelas concessionárias, e com esses valores somados aos resultados da pesquisa de mercado foi possível estimar as taxas de desconto praticadas para os diversos produtos. Para a obtenção dos fretes de transporte dutoviário baseou-se nos dados publicados pela Transpetro juntamente com os dados da pesquisa de mercado, e para os fretes de cabotagem utilizou-se também essas fontes, acrescidas dos dados SIFRECA.

Os produtos foram agregados em função das características de transporte e de mercado, e calculou-se uma curva média permitindo o estabelecimento da função frete. Para eliminar as eventuais distorções causadas por fluxos pequenos que se encontram fora da curva, os volumes transportados foram introduzidos na montagem das curvas como elemento de ponderação. Este procedimento foi adotado uma vez que fluxos de baixo volume poderiam gerar distorções nos valores médios, em função de tarifas demasiadamente altas ou baixas devido a, por exemplo, fluxos de retorno, como é o caso dos fertilizantes.

A título de exemplificação, o gráfico mostrado na Figura A2 descreve a metodologia de cálculo dos fretes ferroviários para grãos vegetais em comparação com as curvas disponibilizadas pela ANTT.

Figura A2. Exemplo de Cálculo do Frete Ferroviário para Granéis Vegetais



O tamanho do círculo representa o volume transportado. A curva em verde ilustra a tabela tarifária fornecida pela ANTT enquanto a em azul é a calculada com base nos dados da pesquisa de mercado ponderados em função dos volumes transportados. A curva em vermelho não leva em consideração os volumes movimentados.

Observa-se que a introdução dos volumes transportados como elemento de ponderação tem a capacidade de minimizar a influência de pontos fora da curva representativos de fluxos baixos.

A partir dos dados obtidos, foi realizada uma modelagem da variação do frete por tonelada em função da distância, por modalidade de transporte, obtendo-se uma curva tarifária. A Figura A3 exemplifica curvas de fretes para cada um dos modos de transporte.

Figura A3: Exemplo de Gráfico de Fretes Médios por Modal

