

de Carvalho, Alexandre Ywata; Coutinho, Paulo C.; Oliveira, André L.; de Britto, Paulo Augusto P.; Lustosa, Paulo Roberto Barbosa

**Working Paper**

## Modelando o processo de seleção dos portos para movimentação das cargas no comércio exterior Brasileiro

Texto para Discussão, No. 2093

**Provided in Cooperation with:**

Institute of Applied Economic Research (ipea), Brasília

*Suggested Citation:* de Carvalho, Alexandre Ywata; Coutinho, Paulo C.; Oliveira, André L.; de Britto, Paulo Augusto P.; Lustosa, Paulo Roberto Barbosa (2015) : Modelando o processo de seleção dos portos para movimentação das cargas no comércio exterior Brasileiro, Texto para Discussão, No. 2093, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), Brasília

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/121636>

**Standard-Nutzungsbedingungen:**

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

**Terms of use:**

*Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.*

*You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.*

*If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.*

# 2093

TEXTO PARA DISCUSSÃO

## MODELANDO O PROCESSO DE SELEÇÃO DOS PORTOS PARA MOVIMENTAÇÃO DAS CARGAS NO COMÉRCIO EXTERIOR BRASILEIRO

Alexandre Xavier Ywata Carvalho  
Paulo César Coutinho  
André Rossi de Oliveira  
Paulo Augusto P. de Britto  
Paulo Roberto Barbosa Lustosa





### **MODELANDO O PROCESSO DE SELEÇÃO DOS PORTOS PARA MOVIMENTAÇÃO DAS CARGAS NO COMÉRCIO EXTERIOR BRASILEIRO**

Alexandre Xavier Ywata Carvalho<sup>1</sup>

Paulo César Coutinho<sup>2</sup>

André Rossi de Oliveira<sup>3</sup>

Paulo Augusto P. de Britto<sup>4</sup>

Paulo Roberto Barbosa Lustosa<sup>5</sup>

---

1. Pesquisador do Ipea.

2. Professor Titular do Departamento de Economia e Pesquisador do Centro de Estudos em Regulação e Mercados da Universidade de Brasília (CERME/UnB).

3. Professor do Departamento de Finanças e Economia da Utah Valley University e Pesquisador do CERME/UnB.

4. Professor do Departamento de Ciências Contábeis e Atuariais da UnB e Pesquisador do CERME/UnB.

5. Professor Titular do Departamento de Ciências Contábeis e Atuariais da UnB e Pesquisador do CERME/UnB.

## Governo Federal

**Secretaria de Assuntos Estratégicos da  
Presidência da República**  
Ministro Roberto Mangabeira Unger

**ipea** Instituto de Pesquisa  
Econômica Aplicada

Fundação pública vinculada à Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República, o Ipea fornece suporte técnico e institucional às ações governamentais – possibilitando a formulação de inúmeras políticas públicas e programas de desenvolvimento brasileiro – e disponibiliza, para a sociedade, pesquisas e estudos realizados por seus técnicos.

### **Presidente**

Jessé José Freire de Souza

### **Diretor de Desenvolvimento Institucional**

Luiz Cezar Loureiro de Azeredo

### **Diretor de Estudos e Políticas do Estado, das Instituições e da Democracia**

Daniel Ricardo de Castro Cerqueira

### **Diretor de Estudos e Políticas Macroeconômicas**

Cláudio Hamilton Matos dos Santos

### **Diretor de Estudos e Políticas Regionais, Urbanas e Ambientais, Substituto**

Bernardo Alves Furtado

### **Diretora de Estudos e Políticas Setoriais de Inovação, Regulação e Infraestrutura**

Fernanda De Negri

### **Diretor de Estudos e Políticas Sociais, Substituto**

Carlos Henrique Leite Corseuil

### **Diretor de Estudos e Relações Econômicas e Políticas Internacionais**

Renato Coelho Baumann das Neves

### **Chefe de Gabinete**

José Eduardo Elias Romão

### **Assessor-chefe de Imprensa e Comunicação**

João Cláudio Garcia Rodrigues Lima

Ouvidoria: <http://www.ipea.gov.br/ouvidoria>

URL: <http://www.ipea.gov.br>

## Texto para Discussão

Publicação cujo objetivo é divulgar resultados de estudos direta ou indiretamente desenvolvidos pelo Ipea, os quais, por sua relevância, levam informações para profissionais especializados e estabelecem um espaço para sugestões.

© Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – **ipea** 2015

Texto para discussão / Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada.- Brasília : Rio de Janeiro : Ipea , 1990-

ISSN 1415-4765

1. Brasil. 2. Aspectos Econômicos. 3. Aspectos Sociais.  
I. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada.

CDD 330.908

As opiniões emitidas nesta publicação são de exclusiva e inteira responsabilidade do(s) autor(es), não exprimindo, necessariamente, o ponto de vista do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada ou da Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República.

É permitida a reprodução deste texto e dos dados nele contidos, desde que citada a fonte. Reproduções para fins comerciais são proibidas.

JEL: L11; L13; L52; L91; R42; R12; C02; C25; C54.

# SUMÁRIO

---

SINOPSE

ABSTRACT

|   |    |
|---|----|
| 1 INTRODUÇÃO .....  | 7  |
| 2 HINTERLÂNDIAS E CONCORRÊNCIA ENTRE PORTOS .....                 | 13 |
| 3 METODOLOGIA.....  | 15 |
| 4 PRINCIPAIS RESULTADOS PARA OS MODELOS DE ESCOLHA DISCRETA ..... | 28 |
| 5 CONCLUSÕES E COMENTÁRIOS FINAIS.....                            | 46 |
| REFERÊNCIAS .....   | 50 |
| APÊNDICE .....  | 58 |



## SINOPSE

Neste estudo, apresentamos modelos para analisar os impactos dos custos logísticos de transporte sobre a decisão de que porto utilizar para exportações ou importações de cargas no Brasil. Para isto, emprega-se técnica baseada em distribuições de repartição fracional (*fractional split-distribution model*), para a qual a variável resposta é a participação dos portos nas cargas exportadas ou importadas por determinada microrregião. A estimação dos parâmetros do modelo é feita via maximização da função e quasi-verossimilhança, utilizando-se informações de comércio exterior brasileiro. Confirmando-se o que foi observado em outros estudos, o fator geográfico mostrou-se muito importante para a escolha dos agentes em relação a que porto utilizar para exportar ou importar seus produtos. Com base nos modelos estimados, é possível simular potenciais impactos de diferentes cenários de alterações nos custos de transportes sobre a concorrência entre portos, nos mercados geográficos brasileiros. A partir dos resultados das simulações, o estudo traz uma análise qualitativa sobre potenciais impactos de diversos projetos atuais de melhorias nas malhas ferroviárias e rodoviárias, em termos de concorrência no setor portuário brasileiro.

**Palavras-chave:** setor portuário; mercados geográficos; análise de concorrência; modelos de escolha discreta; máxima quasi-verossimilhança; distribuições de partição fracional.

## ABSTRACT

In this paper, we present some models to analyze the impacts of surface transportation logistic costs on importers and exporters decisions on which ports to choose for foreign trade operations. We employed a technique based on fractional split distributions, in which the dependent variable corresponds to the share of cargo across the available ports for imports and exports. The geographic observational unit used was the microrregion (Brazil is divided in more than five hundred microrregions). Parameter estimation is done by maximum quasi-likelihood, based on foreign trade data. The results confirmed conclusions from other studies in the literature: the geographic factors and internal transportation costs are very important for importers and exporters decisions. Based on the estimated models, we simulate potential impacts of different scenarios for changes in internal transportation costs on the inter port competition in Brazil.

**Keywords:** port sector; geographic markets; competitiveness indicators; discrete choice models; maximum quasi-likelihood; fractional split distributions.





## 1 INTRODUÇÃO

Diversos estudos na literatura sobre o setor portuário explicitam a importância dos custos logísticos de transporte terrestre como um dos fatores mais importantes para a escolha do porto utilizado para escoar os produtos. Na literatura internacional, Langen (2007), Langen e Chouly (2004) e Aronietis *et al.* (2010) são alguns dos diversos trabalhos que evidenciam o papel do fator geográfico na concorrência entre portos. Para o Brasil, Carvalho *et al.* (2014a; 2014b) e Campos Neto *et al.* (2009) – ao estudarem os dados de comércio exterior –, apresentam evidências de que, para Unidades da Federação (UFs) no litoral, os exportadores ou importadores escolhem portos no mesmo estado para movimentar seus produtos no comércio exterior. No caso de UFs localizadas no interior do país, há maior diversificação sobre os portos utilizados para a movimentação. Albuquerque *et al.* (2014) apresentam um estudo, com base em coleta de dados primários, que evidencia o papel dos custos de transportes internos na escolha dos importadores e/ou exportadores no Brasil.

Apesar de haver diversos estudos que evidenciam a preferência dos agentes por utilizar portos e terminais mais próximos geograficamente, há poucas investigações que estimam o impacto potencial sobre a alocação de cargas, caso houvesse variações nos custos internos de transporte. Um estudo dos custos de transporte sobre os fluxos de cargas pode ser encontrado em Sivakumar e Bhat (2002). Os autores consideram um modelo baseado em distribuições de repartição fracional (*fractional split-distribution model*, que foi utilizado para analisar o fluxo inter-regional de mercadorias no Texas. Em geral, os métodos utilizados para fazer análises de impactos baseiam-se em métodos estatísticos e econométricos, que permitem a realização de análise mais abrangente. Além disso, estes possibilitam a identificação e a hierarquização de outros fatores que afetam as escolhas pelos portos para movimentação de cargas e, conseqüentemente, a concorrência entre estes.

De maneira geral, a literatura sobre fatores impactantes na concorrência entre portos pode ser dividida em dois segmentos. O primeiro consiste de artigos – em sua maioria mais antigos – que utilizam primordialmente entrevistas com agentes econômicos envolvidos em transações que requerem transporte marítimo, para identificar os critérios usados na seleção de portos ou empresas de navegação. Alguns dos fatores identificados nestes estudos são: valor do frete, custos portuários, proximidade do porto, tempo em trânsito da carga, confiabilidade, pontualidade e frequência do serviço

de transporte, entre vários outros. Tiwari, Itoh e Doi (2003) apresentam abrangente, embora sucinta, revisão desta literatura, a qual – em sua maior parte – usa *rankings* de variáveis de custo e serviço para modelar as preferências dos usuários.

O segundo segmento é formado por artigos mais recentes e é caracterizado pelo uso de modelos teóricos que procuram explicar o processo de escolha de portos ou empresas de navegação por parte dos usuários dos serviços portuários; ou seja, donos de carga, empresas de navegação, bem como agentes e transitários de carga. Estes teóricos são usados como base para análises econométricas que estimam os efeitos dos fatores mencionados anteriormente (aqueles identificados pelo primeiro segmento da literatura). As análises econométricas baseiam-se em dados de transações efetivamente observados, para estimar parâmetros, que indicam o grau de importância de cada fator sobre o processo de escolha dos agentes.

A técnica econométrica mais utilizada para esse tipo de análise é a conhecida como *modelos de escolha discreta* (do inglês *discrete choice models*), que engloba modelos como *conditional logit*, *multinomial logit*, *probit*, *nested logit* e outros. Alguns artigos de destaque nesta literatura são Anderson, Opaluch e Grigalunas (2009), Veldman e Buckmann (2003), Blonigen e Wilson (2006), Tiwari, Itoh e Doi (2003) e Malchow e Kanafani (2004). Neste trabalho, utilizam-se modelos de escolha discreta, para modelar a escolha de exportadores ou importadores, em cada microrregião do Brasil, sobre qual porto utilizar para movimentação das suas cargas na navegação de longo curso.

A discussão sobre o papel dos custos de transportes sobre fluxos de cargas está diretamente ligada a um conceito fundamental para estudos de concorrência em determinado mercado. Trata-se do conceito dos chamados mercados relevantes. Existe um teste padrão, utilizado regularmente por autoridades de defesa da concorrência, denominado de teste do “monopolista hipotético”, que consiste em agrupar a menor gama de produtos e a menor área geográfica que satisfazem a seguinte propriedade: se todas as empresas nesta área geográfica e que produzem estes produtos fossem controladas por um monopolista, este se beneficiaria de pequeno – porém significativo e não transitório – aumento nos seus preços.

A definição de mercado relevante é composta de duas dimensões: a dimensão produto e a dimensão geográfica. Na primeira, busca-se encontrar o menor conjunto de produtos distintos substitutos entre si pelo lado da produção – isto é, que podem ser

produzidos pela mesma empresa –, ou pelo lado da demanda. Na dimensão geográfica, objetiva-se a menor área geográfica que – por razões de custo – tem oferta e/ou demanda interdependentes.

No caso do setor portuário, como em qualquer outro setor, a análise de concorrência precisa ser adaptada às suas condições específicas. Na dimensão produto, os estudos existentes chamam atenção, por exemplo, para o fato de que os terminais portuários desenvolveram tecnologias específicas para a movimentação de cargas em categorias diferentes – por exemplo, carga geral, contêineres, granéis sólidos e granéis líquidos. Um terminal especializado em uma destas categorias pode adaptar-se rapidamente para movimentar cargas diversas nesta categoria, mas possivelmente demoraria algum tempo para conseguir movimentar de maneira eficiente cargas de outras categorias. Portanto, faz sentido segmentar a análise por categoria de carga.

Na dimensão geográfica, o conceito de hinterlândia tem sido utilizado com frequência para definir a área geográfica atendida por porto ou terminal. Por exemplo, se determinada região pertence às hinterlândias de dois portos especializados na movimentação de contêineres, então há um mercado de movimentação de contêineres composto pelos portos que compartilham esta hinterlândia e pelos potenciais usuários dos seus serviços. Para a dimensão geográfica, os custos logísticos de transporte internos são o fator mais importante. Estes custos podem abranger não somente os custos de frete de transporte de toneladas de carga, de um local para outro, mas também o tempo para a carga chegar até o destino.

Carvalho *et al.* (2014a) apresentam uma caracterização dos fluxos de cargas de exportação e importação dentro do território brasileiro, em direção – ou originários dos – aos portos no país. Com estas informações os autores identificam – para cada unidade geográfica do território nacional – os portos de maior participação nas operações de importação e exportação. Além disso, identificam-se os valores destas participações. A partir destes fluxos, é possível levantar indicadores de concorrência entre portos, considerando-se diferentes tipos de carga.

Carvalho *et al.* (2014b) expõem uma análise mais aprofundada sobre a delimitação de hinterlândias para os portos brasileiros. A metodologia empregada pelos autores para identificação de mercados geográficos foi a análise de agrupamentos homogêneos,

utilizando-se as mesorregiões brasileiras como unidades observacionais. Buscou-se reconhecer mesorregiões com participações percentuais homogêneas dos portos no somatório de importações e exportações, o que significa que a identificação de mercados geográficos foi efetuada com base nas transações observadas de importações e exportações. Para cargas gerais, granéis sólidos e contêineres, foi possível empregar algoritmos para garantir contiguidade espacial entre as mesorregiões em cada mercado geográfico. Para granéis líquidos, devido ao alto número de mesorregiões sem movimentações, não foi possível empregar critérios geográficos de contiguidade. Além disso, em razão do alto grau de verticalização no caso de granéis líquidos, o processo de escolha de terminais para exportação e/ou importação dos produtos não necessariamente corresponde ao mesmo processo de escolha de terminais para exportação e/ou importação no caso dos demais tipos de carga.

Uma vez definidos os mercados geográficos, por tipo de carga, Carvalho *et al.* (2014b) utilizaram estas delimitações para estudar a existência ou não de concorrência portuária no país. De fato, a definição de mercados geográficos permite identificar quais portos competem entre si, para diferentes sub-regiões no país, o que, por sua vez, possibilita o cálculo de indicadores de concorrência econômica entre os terminais dos portos localizados em um mesmo mercado geográfico. Por exemplo, para determinado grupo de municípios, estimamos que 92% do valor total de exportações e importações – entre 2009 e 2012 – foram movimentados pelo Porto de Santos. Portanto, para estes municípios, a concorrência entre portos é baixa.

De posse dos mercados geográficos, é possível prosseguir com a geração de indicadores de concorrência também intraportos. Neste caso, Carvalho *et al.* (2014b) usaram informações do Sistema de Desempenho Portuário (SDP) da Agência Nacional de Transportes Aquaviários (Antaq) para a construção de indicadores de concentração. De maneira geral, os resultados mostram que existe concorrência moderada para grande parte das hinterlândias identificadas, havendo concentração em alguns casos. Os indicadores por eles calculados podem ser considerados parte de um conjunto de análises complementares para estudar a concorrência existente no setor portuário brasileiro. De fato, não basta a construção de indicadores quantitativos para determinar se existe ou não concorrência nos serviços portuários brasileiros. É preciso analisar também aspectos regulatórios do setor portuário, tanto do ponto de vista global como do local.

Por exemplo, é possível que, em determinada hinterlândia, haja apenas um terminal provendo os serviços portuários, para dado tipo de carga. No entanto, caso a regulamentação existente e outros aspectos econômicos e geográficos resultem em custo baixo para a entrada de novos terminais no mercado, o terminal existente terá de manter níveis de qualidade e preços tais que os usuários não tenham interesse em migrar para potenciais novos terminais e/ou investidores não tenham interesse em construir outros terminais para atender àquela hinterlândia. Neste caso, os indicadores quantitativos indicariam alto grau de concentração neste mercado geográfico, mas isto não significaria a inexistência de concorrência.

Uma análise cuidadosa deve ser feita também em situações nas quais o mercado é relativamente pequeno. Por exemplo, suponha que em determinada hinterlândia de contêineres, o número total destes que são movimentados seja baixo. É possível então que não haja demanda suficiente para possibilitar a existência de mais de um terminal. De fato, alguns autores indicam como movimentação mínima, para os terminais de contêineres, a movimentação de um berço de atracação. Em casos assim, os indicadores sugerirão um alto grau de concentração na hinterlândia, mas isto não significa que medidas regulatórias poderão gerar aumento da concorrência.

Outro aspecto importante a ser considerado na análise de concorrência é a estrutura societária dos entes privados provedores dos serviços. Por exemplo, determinado mercado geográfico pode estar sendo atendido por um conjunto de dez terminais, de forma que os indicadores quantitativos indiquem baixo grau de concentração. No entanto, caso seis destes terminais pertençam ao mesmo grupo societário, os indicadores de concentração inicialmente calculados estariam fornecendo uma visão distorcida da competição neste mercado. Portanto, uma vez definidos os mercados geográficos, é preciso também analisar a estrutura societária de terminais e demais provedores de serviços dentro de cada mercado. Esta análise deve contemplar tanto aspectos de verticalização quanto de horizontalização na prestação dos serviços de transporte.

A regulamentação existente fornece parâmetros globais de concorrência no setor portuário. A nova Lei dos Portos (Lei nº 12.815, de 5 de junho de 2013), por exemplo, tem como um dos seus objetivos facilitar a entrada de novos terminais privados para fornecimento de serviços no setor. Fatores geográficos, por sua vez, fornecem

parâmetros para balizar a concorrência em determinadas regiões. Por exemplo, caso a geografia existente não possibilite a construção de novos terminais na costa de determinada hinterlândia – mesmo que a regulamentação do país favoreça a competitividade –, para esta hinterlândia a concorrência pode ser menos ativa. Neste caso, uma alternativa para ampliar a possibilidade de concorrência é melhorar a acessibilidade interna – via ferrovias, hidrovias e rodovias – para esta hinterlândia, de forma que os usuários possam utilizar também terminais em outros portos.

Neste trabalho, foram estimados modelos de escolha discreta para analisar o fluxo de cargas, com origem e destino nos municípios brasileiros, em direção – ou advindos dos – aos portos no país. Estes modelos possibilitam avaliação, *a priori*, do grau de eficácia da melhoria da malha interna de transportes – para diferentes modais – para fins de aprimoramento no ambiente concorrencial em alguns mercados geográficos. De fato, pode haver situações em que grande número de exportadores ou importadores se localize em microrregiões muito próximas a um determinado porto. Nestes casos, não necessariamente uma redução marginal nos custos de transportes destas microrregiões para outros portos irá ocasionar migração significativa de cargas para estes outros portos. Portanto, em algumas situações, não é certeza que a melhoria dos meios internos de transporte irá aprimorar o ambiente concorrencial para alguns mercados geográficos, havendo então a necessidade de incentivar a concorrência intraportos.

Além desta introdução, este estudo está dividido em mais cinco seções. Na seção 2, discutimos o papel das hinterlândias para a concorrência no setor portuário. Na seção 3, apresentamos a metodologia utilizada, bem como as fontes de informações, para a estimação dos modelos de escolha discreta, identificando-se o impacto dos custos internos de transporte sobre a alocação entre os diversos portos brasileiros. Na seção 4, revelamos os principais resultados dos modelos estimados, apresentando também alguns indicadores sobre impacto dos custos para determinado porto sobre as movimentações nos demais. Estes indicadores são calculados de forma global para todo o país e também de forma desagregada, considerando-se os mercados geográficos delimitados em Carvalho *et al.* (2014b). Da seção 5, constam as conclusões e os comentários finais.

## 2 HINTERLÂNDIAS E CONCORRÊNCIA ENTRE PORTOS

Na literatura internacional, os artigos que fazem menção à importância das hinterlândias para a avaliação de concorrência incluem os de The Competition Authority (2012), Aronietis *et al.* (2010), Langen (2007), Langen e Chouly (2004), bem como o da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) (OECD, 2008). Em geral, esta literatura classifica as hinterlândias em duas categorias básicas: cativas e contestáveis. No primeiro caso, apenas um porto movimenta grande quantidade da carga da hinterlândia; no segundo caso, a hinterlândia é atendida por um conjunto de portos.

Langen (2007), por exemplo, estudou o caso da Áustria, identificada como hinterlândia contestável para seis portos europeus: Rotterdam, Antuérpia, Bremen, Hamburgo, Koper e Trieste. O autor mostrou que a divisão do mercado de movimentação de cargas austríacas entre estes seis portos variou bastante entre 1991 e 2003; concluiu assim haver evidência de competição acirrada entre os portos, uma vez que estes poderiam perder ou ganhar fatias de mercado em curtos espaços de tempo. Os resultados apresentados por Langen (2007) demonstram a importância dos custos de transportes internos na definição de hinterlândias e, por conseguinte, na competição entre portos. É o caso da abertura do canal de Rhine-Main Donau, que foi seguida de aumento significativo da participação do porto de Rotterdam sobre os produtos transacionados pela Áustria.

Para o Brasil, os estudos sobre hinterlândias geográficas existentes na literatura ainda são poucos. Um dos estudos mais importantes é o de Campos Neto *et al.* (2009). Os autores utilizaram dados de 2007 – provenientes da base de dados da Secretaria de Comércio Exterior (Secex) do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC) – e de 2006 – da base da Relação Anual de Informações Sociais (Rais) –, para calcular a área geográfica de influência de 34 portos brasileiros envolvidos com o comércio exterior do país. Os dados da Secex foram utilizados para obtenção de informações a respeito do porto de importação ou exportação, da classificação de produto da carga (Nomenclatura Comum do Mercosul – NCM), de valores e quantidades movimentadas, bem como do Cadastro Nacional da Pessoa Jurídica (CNPJ) da empresa que realizou a importação ou exportação. Com base no CNPJ, os autores obtiveram da Rais os municípios de localização das empresas, que foram então utilizados como *proxy* para os locais de origem ou destino das cargas.



A unidade geográfica utilizada em Campos Neto *et al.* (2009) foi a UF. Embora este não seja o enfoque mais adequado, já que não há porque esperar que hinterlândias coincidam com estados da Federação, a classificação de hinterlândias utilizada pelos autores traz informações importantes. Os três tipos de hinterlândia por eles identificados são as seguintes.

- 1) Hinterlândia primária: participação do porto no comércio internacional da UF maior que 10%; total do comércio movimentado pela UF pelo porto maior ou igual a US\$ 100 milhões.
- 2) Hinterlândia secundária: participação do porto no comércio internacional da UF menor que 10%; total do comércio movimentado pela UF por meio do porto maior ou igual a US\$ 100 milhões.
- 3) Hinterlândia terciária: participação do porto no comércio internacional da UF maior que 10%; total do comércio movimentado pela UF pelo porto menor que US\$ 100 milhões.

Apesar de haver diversos estudos que evidenciam a preferência dos agentes por utilizar portos e terminais mais próximos geograficamente, há poucas investigações que estimam o impacto potencial sobre a alocação de cargas, caso houvesse variações nos custos internos de transporte. Um estudo dos custos de transporte sobre os fluxos de cargas pode ser encontrado em Sivakumar e Bhat (2002). Os autores consideram um modelo baseado em distribuições de repartição fracional (*fractional split-distribution model*, que foi utilizado para analisar o fluxo inter-regional de mercadorias no Texas

Na seção a seguir, descreveremos a metodologia que empregamos neste estudo. A principal fonte de informações é a mesma utilizada em Campos Neto *et al.* (2009). É importante apontar que utilizamos desagregação geográfica maior que a destes autores, com o intuito de capturar eventuais especificidades dentro das UFs. Por sua vez, apesar dos dados estarem identificados por municípios, preferimos trabalhar com microrregiões, de forma a contornar eventuais excessos de variabilidade espacial. Além disso, a utilização de microrregiões parece ter sido uma boa escolha também devido ao alto esforço computacional envolvido tanto na geração dos custos de transportes – utilizados nas estimações – quanto nas estimações dos modelos.

### 3 METODOLOGIA

Nesta seção, discutimos a metodologia utilizada para estudar os impactos dos custos logísticos de transporte interno sobre a alocação da movimentação das cargas nos portos brasileiros. A modelagem parte inicialmente de construção teórica, baseando-se em maximização da utilidade dos agentes. Assumindo-se determinada parametrização para a função utilizada, e admitindo que os agentes exportadores ou importadores selecionam o porto que maximiza esta utilidade, chega-se a um modelo logístico multinomial. Para estimação dos parâmetros deste modelo, necessita-se de informações sobre a escolha individual de cada exportador ou importador, ou de cada operação de exportação ou importação.

Essas informações individualizadas de operações e agentes não estão disponíveis na base de dados utilizada para estimação dos modelos. Em vez disso, possuímos informações sobre quanto de cada produto – desagregado por classificação NCM – foi movimentado por cada município, em cada porto, para todos os meses da amostra. Com isso, é possível estimarmos modelo baseado em distribuições de partições fracionadas, que possui forma funcional bastante semelhante à forma funcional com base na maximização teórica de utilidade dos agentes.

Para estimação dos modelos de escolha discreta para a movimentação nos portos brasileiros, geramos tabelas que contêm, para cada microrregião e tipo de carga (carga geral, incluindo-se contêineres, carga containerizada e granéis sólidos), a quantidade total (em toneladas) transportada (importação mais exportações) para uma lista de portos no Brasil. A partir destes valores, levantamos a participação de cada porto no total exportado ou importado de determinada microrregião. Estas variáveis de fatia de participação de cada porto nas cargas originárias – ou direcionadas a – de cada microrregião foram utilizadas como variáveis explicadas nos modelos econométricos. Como variáveis explicativas, utilizamos o custo logístico das movimentações no transporte interno e a distância total percorrida nesta movimentação.

Na subseção a seguir, apresentamos uma discussão detalhada sobre fontes de dados para a análise. Discutem-se os modelos de escolha discreta, bem como a estratégia para estimação. Fazemos também uma argumentação a respeito das simulações sobre alterações em custos e distâncias domésticas, a fim de entender melhor a concorrência existente entre diferentes portos.

### 3.1 Fontes de informações

Os dados que utilizamos referem-se a transações de exportação e importação entre 2009 a 2012. Estes dados possuem informações sobre a classificação da mercadoria – de acordo com a NCM –, a quantidade movimentada, o valor da mercadoria, o porto de alfandagem da mercadoria e a UF de origem ou destino da carga. Estas variáveis são construídas, pela Secex, diretamente dos registros das transações de importação ou exportação. Além destas variáveis, os dados utilizados contêm também uma variável correspondente ao código do município do endereço da pessoa jurídica que realizou a importação ou exportação. Esta variável é gerada pela própria Secex, a partir da base de dados do CNPJ. Para termos ideia da importância dos portos em relação à área geográfica, fizemos as análises utilizando o peso total dos produtos movimentados. Trabalhamos com os números totalizados para o período 2009-2012, de forma a minimizar eventuais variações entre os anos. Além disso, este foi o período utilizado em Carvalho *et al.* (2014a; 2014b) para estudo de mercados geográficos dos portos no Brasil.

Os registros de importação e/ou exportação da Secex não trazem explicitamente o tipo de carga do produto movimentado, mas sim a classificação NCM. Para gerar as análises de áreas de influência por tipo de carga, tivemos que efetuar uma compatibilização entre tipos de cargas e capítulos da NCM. Esta compatibilização não necessariamente é exata, mas – como discutido em Carvalho *et al.* (2014a; 2014b) – os resultados gerais que geramos neste estudo indicam que esta compatibilização é uma boa aproximação para a categorização real – ou seja, aquela que seria obtida caso a informação sobre tipos de carga estivesse disponível na base de dados.

Um dos objetivos deste estudo é também subsidiar o impacto dos custos de transporte terrestre sobre os mercados relevantes do ponto de vista de movimentação portuária. Sendo assim, não é essencial diferenciar as cargas do tipo “carga geral” entre contêineres e não contêineres. De fato – ao analisar os dados do SDP, entre 2010 e o primeiro semestre de 2013, disponibilizados pela Antaq –, constatamos que praticamente todas as unidades portuárias que movimentam carga containerizada também movimentam carga geral (não conteneirizada). Portanto, sob a ótica de especialização das unidades portuárias para fins de definição de mercados, bastaria analisar os mercados para carga geral de forma agregada. De qualquer forma, a informação desagregada especificamente para contêineres e não contêineres pode ser útil para outras análises, que não as direcionadas para a definição de mercados. Por este motivo, utilizamos esta desagregação na geração das estimações apresentadas neste texto.

Algumas considerações devem ser feitas a respeito dos dados disponíveis para nossa análise. Primeiramente, é preciso salientar o papel das *trading companies* em termos de informações geográficas. Este estudo – assim como a análise das hinterlândias geográficas, em Carvalho *et al.* (2014b) – foi feito inicialmente a partir de informações municipais, posteriormente agregadas por microrregiões. Neste caso, utilizou-se a informação do município do endereço da pessoa jurídica exportadora ou importadora. Quando a empresa é uma *trading company*, o município do endereço que consta das análises não necessariamente corresponde ao município de origem ou destino da carga. Em todo caso, acreditamos que eventuais distorções causadas por este fato não são relevantes em termos de conclusões gerais. Além disso, comparando a UF da carga<sup>1</sup> com a dos municípios das pessoas jurídicas, encontramos batimento de quase 100%, o que nos deixou mais confiantes nos resultados gerais encontrados.

Outra consideração em relação aos dados disponíveis se refere ao porto de alfandegagem, que não necessariamente corresponde ao porto de fato de exportação ou importação. Para alguns registros, a alfandegagem pode ter sido feita, por exemplo, em um porto seco, sendo a carga encaminhada posteriormente para um porto marítimo. Neste caso, o porto registrado na base de dados é o porto seco – possivelmente no interior do país – e não o porto que interessaria para nossa análise. Por este motivo, concentramos o estudo apenas em uma lista de portos da base de dados seguindo a tabela de terminais alfandegados da Receita Federal.<sup>2</sup>

Na tabela obtida dessa instituição, há, para terminais alfandegados, uma lista de regiões fiscais (dez regiões), portos e terminais. Ao todo, são 171 terminais, agrupados em cinquenta portos. Por exemplo, o Porto de Santos engloba os seguintes terminais alfandegados: Brasterminais; Cargil; Companhia Siderúrgica Paulista (Cosipa), Cutrale, Santos Brasil, Stolthaven, Ultrafertil; União Terminais; Companhia Docas do Estado de São Paulo (Codesp); Grupo Libra (Pier 35); Fertimport; Granel Química; Tecondi, Vopak; Dow Química S.A.; Moinho Pacífico Indústria e Comércio Ltda.; e Terminal de Granéis do Guarujá (TGG). As informações disponíveis na base de dados de importações e exportações contêm apenas o porto no qual ocorreu a alfandegagem. Portanto,

1. Essa informação está disponível na base de dados original.

2. A lista de portos utilizados, com os correspondentes terminais portuários, pode ser obtida no endereço na *web*, disponível em: <<http://www.receita.fazenda.gov.br/Publico/Aduana/Siscomex/Carga/TerminaisAlfandegados.xls>>.

não é possível identificar o terminal. Do ponto de vista de identificação de mercados geográficos e estudo dos impactos dos custos de transporte sobre movimentações de carga, no entanto, a informação sobre o porto é suficiente.

Uma das consequências da imprecisão na caracterização do tipo de carga a partir dos capítulos da NCM, e do fato de os portos nos dados da Secex corresponderem aos locais de alfandegagem, é que portos que não possuem terminais de contêineres podem aparecer na lista de locais com alguma movimentação destes. Isto também pode ocorrer para outros tipos de cargas. Por exemplo, a nossa metodologia pode indicar movimentações de contêineres pelo Porto de Aratu, quando na verdade não há terminais de contêineres neste porto. Esta distorção pode estar ocorrendo por dois motivos: *i*) as cargas containerizadas podem estar sendo alfandegadas em algum ponto de alfandegagem no Porto de Aratu e, em seguida, encaminhadas para o terminal de contêineres (Tecon) de Salvador, por exemplo; *ii*) a compatibilização entre a classificação NCM e a por tipo de carga (carga geral, contêineres, granéis sólidos e granéis líquidos); alguns produtos podem ter sido classificados em determinada NCM relacionada a contêineres quando na verdade deveriam ter sido associados a cargas gerais não containerizadas.

Além dos dados de fluxos de cargas entre os portos e os municípios, e entre os municípios e os portos brasileiros, é importante também termos variáveis contendo os custos e as distâncias para transporte de cargas entre origem e destino. Obtivemos então da Antaq dados de custos logísticos médios e distâncias totais entre os portos e as microrregiões. Estes valores de custos logísticos e distâncias foram extraídos do sistema Sigtac, desenvolvido pelo Laboratório de Transportes e Logística (Labtrans), da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), e fornecido à Antaq. Este sistema possui algoritmos de rotas mínimas entre dois pontos do território, levando-se em consideração as malhas de rodovias, ferrovias e hidrovias, e considerando-se também os custos logísticos de transferência entre modais. O esforço computacional para geração destes custos logísticos é elevado, e, por este motivo, preferiu-se utilizar microrregiões como unidades geográficas para os custos, em vez de municípios. Além disso, considerou-se apenas um custo logístico médio, sem ter em conta especificidades do tipo de carga.

### 3.2 Modelos de escolha discreta

O modelo considera inicialmente o problema de escolha de determinado exportador ou importador  $i$ , localizado na região  $j$ , sobre qual porto utilizar para movimentar sua

carga do tipo  $m$ . Este pode escolher qualquer um dos portos no conjunto  $k \in \{1, 2, \dots, K^m\}$ ; estes são os portos que movimentam o tipo de carga  $m$  no Brasil. Note-se que estamos explicitando a dependência do conjunto de portos para o tipo de carga movimentado. Isto porque alguns portos não possuem terminais que movimentam todos os tipos de carga. A unidade regional utilizada neste estudo é a microrregião, o garante número razoável de unidades geográficas para as estimações. Por sua vez, poderíamos ter utilizado informações para os municípios em vez de microrregiões, mas isto incorreria em aumento demasiado de esforço computacional, tanto para geração dos custos e distâncias de transportes, utilizando-se o Sigtac – a exemplo da seção anterior –, quanto para estimação dos modelos de múltipla escolha, conforme discutido nesta seção.

A função utilidade  $\Pi_{i,j,k}^m$  do indivíduo  $i$  – na microrregião  $j$ , correspondente à escolha do porto  $k$ , para movimentar a carga do tipo  $m$  – é assumida como tendo a seguinte expressão:

$$\Pi_{i,j,k}^m = \gamma_k^m + [\delta^m \times X_k^m] + [\beta^m \times D_{j,k}^m] + \eta_{i,j,k}^m.$$

Nessa expressão, o termo  $\gamma_k^m \in \mathfrak{R}$  corresponde a um efeito fixo do porto  $k$ , para a carga de tipo  $m$ . Os termos  $\delta^m$  e  $\beta^m$  concernem a vetores de coeficientes, que multiplicam os vetores de características  $X_k^m$  e  $D_{j,k}^m$ . O primeiro refere-se a características dos portos, como tarifas médias e tempo médio de espera nos terminais dentro dos portos. O segundo vetor de características  $D_{j,k}^m$  corresponde a variáveis específicas do percurso – por exemplo, entre o porto  $k$  e a microrregião  $j$ . Estas características podem ser a distância total em quilômetros entre o porto  $k$  e a microrregião  $j$ , ou o custo logístico total médio por tonelada transportada. Neste caso, as distâncias e os custos referem-se às distâncias e aos custos mínimos nas rotas ótimas – entre todas as rotas possíveis de ligação entre origem e destino considerados. Note-se que tanto os coeficientes quanto as variáveis de características são específicos do tipo de carga  $m$ .

Essa construção segue a mesma linha na literatura especializada sobre modelos de demanda, conforme apresentado em Berry (1994), Berry, Levinson e Pakes (1995), Timmins e Murdock (2005) e Train (2009).

O termo  $\eta_{i,j,k}^m$  refere-se a um termo idiossincrático para a carga do tipo  $m$ , o porto  $k$ , o indivíduo  $i$ , na microrregião  $j$ . Em geral, assume-se que  $\eta_{i,j,k}^m$  é sequência

de variáveis aleatórias independentes e identicamente distribuídas, com distribuição de valores extremos do tipo  $I$ . A probabilidade  $P_{i,j,k}^m$  de o estabelecimento  $i$  escolher o porto  $k$  é dada por:

$$P_{i,j,k}^m = \frac{\exp[\gamma_k^m + [\delta^m \times X_k^m] + [\beta^m \times D_{j,k}^m]]}{\sum_{l=1}^{K^m} \left\{ \exp[\gamma_l^m + [\delta^m \times X_l^m] + [\beta^m \times D_{j,l}^m]] \right\}}$$

A partir de amostra de empresas importadoras ou exportadoras, podemos escrever a função de verossimilhança, para estimar os parâmetros desconhecidos  $\gamma_k^m$ ,  $\delta^m$  e  $\beta^m$ . A função de verossimilhança para as cargas de tipo  $m$  é dada por:

$$L^m(\gamma_k^m, \delta^m, \beta^m \mid \Omega^m) = \prod_{j=1}^J \prod_{i=1}^{n_j^m} \prod_{k=1}^{K^m} [P_{i,j,k}^m]^{u_{i,j,k}^m},$$

onde  $u_{i,j,k}^m$  é igual a 1 caso a empresa  $i$ , na microrregião  $j$ , tenha escolhido o porto  $k$  para exportar ou importar, e  $u_{i,j,k}^m$  é igual a 0, em caso contrário. Portanto,  $\sum_{k=1}^{K^m} u_{i,j,k}^m = 1$ , para qualquer combinação válida entre  $i, j$  e  $m$  na amostra. O inteiro  $n_j^m$  corresponde ao número de empresas na microrregião  $j$ , que exportam ou importam o tipo de carga  $m$ . Para evitar problemas de identificação dos parâmetros, geralmente se impõe a restrição  $\gamma_K^m = 0$ . O termo  $\Omega^m$  corresponde ao conjunto de informações disponíveis nos dados, para estimação dos parâmetros do modelo.

A construção anterior considera a situação na qual é possível se identificar qual a escolha  $u_{i,j,k}^m$  de cada empresa em uma amostra. No entanto, na amostra disponível para trabalharmos neste estudo, não é possível identificar a escolha de cada empresa importadora ou exportadora individualmente. Isto porque os dados utilizados (subseção 3.1) estão agregados por código NCM, município de origem ou destino, mês e ano, sentido da movimentação (importação ou exportação) e porto de origem ou destino. Se houver vários exportadores transportando produtos com o mesmo código NCM, a partir de um município em comum, através de um mesmo porto, para um mês específico na amostra, estas operações aparecerão no banco de dados como apenas uma observação, para a qual é fornecida a soma dos valores *free on board* (FOB) das exportações, bem como a soma dos pesos líquidos exportados.

Portanto, em vez de termos na amostra operações individualmente, possuímos informações sobre a fatia de exportações de cada produto, a partir de cada município, para os portos na amostra.

Devido à configuração dos dados disponíveis, o modelo descrito anteriormente precisa ser adaptado para incorporar as especificidades destas informações. Portanto, em vez de trabalharmos com a função de verossimilhança  $L^m(\gamma_k^m, \delta^m, \beta^m | \Omega^m)$  já referida, vamos trabalhar com a função alternativa:

$$L_{\lambda}^m(\gamma_k^m, \delta^m, \beta^m | \Omega^m) = \prod_{j=1}^J \prod_{k=1}^{K^m} [P_{j,k}^m]^{\lambda_{j,k}^m},$$

onde  $\lambda_{j,k}^m$  corresponde à proporção de produtos, do tipo  $m$ , exportados ou importados pela microrregião  $j$ , pelo porto  $k$ . Portanto,  $\sum_{k=1}^{K^m} \lambda_{j,k}^m = 1$ , para toda microrregião  $j$  e para todo tipo de carga  $m$ . A probabilidade  $P_{j,k}^m$  tem a mesma expressão da probabilidade  $P_{i,j,k}^m$ , uma vez que estas não dependem de  $i$ .

Os tipos de carga  $m$  utilizados neste estudo são os mesmos utilizados em Carvalho *et al.* (2014a; 2014b), com exceção dos granéis líquidos. Portanto, vamos utilizar estimar modelos separados para cargas containerizadas e cargas gerais e granéis sólidos. Optamos por não trabalhar com granéis líquidos nos modelos estimados neste estudo, pois os custos logísticos e as distâncias fornecidas pela Antaq – extraídos do Sigtac – referem-se a custos logísticos pelos modais rodoviários, ferroviários e hidroviários, e não contempla gasodutos e oleodutos, por exemplo. Além disso – conforme discutido em Carvalho *et al.* (2014a) –, o setor de produção de granéis líquidos apresenta alto grau de verticalização, de forma que os mecanismos de mercado para escolha de qual porto utilizar para movimentação das cargas podem não ser os mesmos mecanismos observados para os demais tipos de carga.

Uma simplificação em relação à especificação funcional para o modelo paramétrico na probabilidade de escolha dos portos é a utilização apenas de variáveis correspondentes aos custos e às distâncias de transportes entre as microrregiões e os portos. Portanto, neste trabalho, não iremos inserir variáveis conforme vetor de características  $X_k^m$ . Esta simplificação não implica perda de ajuste do modelo ou problemas de variáveis omissas. Isto porque todas as características específicas dos portos estarão



capturadas pelos efeitos fixos  $\gamma_k^m$ . Neste caso, a probabilidade de seleção do porto  $k$ , por exportador ou importador na microrregião  $j$ , pode ser escrita como:

$$P_{j,k}^m = \frac{\exp[\gamma_k^m + [\beta^m \times D_{j,k}^m]]}{\sum_{l=1}^{K^m} \left\{ \exp[\gamma_l^m + [\beta^m \times D_{j,l}^m]] \right\}}$$

Neste estudo, o vetor  $D_{j,k}^m$  contém distâncias – em quilômetros – e custos logísticos médios – em reais – entre os portos e as microrregiões. Para capturarmos eventuais não linearidades e evitarmos problemas de escala, aplicamos transformações logarítmicas<sup>3</sup> às variáveis de custos e distâncias, e utilizamos termos quadráticos das variáveis transformadas.

Uma alteração que devemos considerar em relação ao modelo básico – de escolha discreta, descrito correspondente à função de verossimilhança  $L^m(\gamma_k^m, \delta^m, \beta^m | \Omega^m)$  inicial – é que a partir dos dados disponíveis não é possível identificar o número de operações de exportação ou importação, ou o número de empresas que exportaram ou importaram pelos portos, para cada município ou microrregião. Em vez disto, é possível identificar a fatia de exportações mais importações de cada município ou microrregião pelos portos, considerando-se o peso líquido total de carga movimentada – em quilogramas – ou o valor total FOB das cargas transportadas no comércio exterior. Como estamos trabalhando especificamente com custos logísticos médios, e estes custos correspondem a valores monetários por tonelada transportada, optamos por utilizar fatias de participações de movimentações por portos, empregando os totais transportados em termos de peso. Portanto, os termos  $\lambda_{j,k}^m$  – nas nossas estimações – correspondem à carga total exportada mais importada, pela microrregião  $j$  e pelo porto  $k$ , dividida pela carga total exportada mais importada pela microrregião  $j$ , no período 2009-2012.

O problema de estimação de modelos de fatias de movimentações de cargas em relação a regiões de origem para determinados destinos é abordado, por exemplo, em Sivakumar e Bhat (2002). Os autores consideram um modelo baseado em distribuições de repartição fracional. Neste artigo, os autores utilizam este modelo para analisar o

---

3. Por haver valores nulos para distâncias e custos na base de dados, as transformações utilizadas de fato foram  $LogCustos = \log(1 + custos)$  e  $LogDistancias = \log(1 + distancias)$ .

fluxo inter-regional de mercadorias no Texas. A função de verossimilhança destes modelos não corresponde exatamente à função para  $L_{\lambda}^m(\gamma_k^m, \delta^m, \beta^m | \Omega^m)$ , conforme especificado anteriormente.

Caso houvesse apenas dois portos no conjunto de escolhas (em vez de  $K^m$ ), o modelo de distribuições de repartição fracional corresponderia a uma regressão com variável aleatória resposta com distribuição beta, tratada em Ferrari e Cribari-Neto (2004) e Cribari-Neto e Zeileis (2010). Os autores consideram uma abordagem de máxima verossimilhança, que utiliza função de ligação do tipo logit. Por sua vez, considerando-se a escolha desta função, podemos utilizar o arcabouço de máxima quasi-verossimilhança em McCullagh e Nelder (1989), para justificar a estimação dos parâmetros da regressão beta, que emprega uma função de verossimilhança para regressão logística – com variável resposta estritamente binária. White (1996) traz um tratamento extenso do problema de estimação via quasi-verossimilhança, que apresenta condições para consistência dos estimadores e discute correções para a matriz de variância-covariância concernente aos parâmetros estimados. A estimação de parâmetros em modelos de distribuições de repartição fracional – via máxima quasi-verossimilhança – é abordada em Sivakumar e Bhat (2002), Papke e Wooldridge (1996) e Ramalho, Ramalho e Murteira (2009).

Com base nas considerações já referidas, o modelo final considerado neste estudo pertence à família de modelos com base em distribuições de repartição fracional, seguindo a mesma abordagem em Sivakumar e Bhat (2002). A estimação dos parâmetros  $\gamma_k^m$  e  $\beta^m$  do modelo é feita através de técnica de máxima quasi-verossimilhança. A função a ser maximizada tem expressão:

$$L_{\lambda}^m(\gamma_k^m, \delta^m, \beta^m | \Omega^m) = \prod_{j=1}^J \prod_{k=1}^{K^m} \left[ \frac{\exp[\gamma_k^m + [\beta^m \times D_{j,k}^m]]}{\sum_{l=1}^{K^m} \{\exp[\gamma_l^m + [\beta^m \times D_{j,l}^m]]\}} \right]^{\lambda_{j,k}^m},$$

na qual  $\lambda_{j,k}^m$  corresponde à carga total exportada mais importada, pela microrregião  $j$  e pelo porto  $k$ , dividida pela carga total exportada mais importada pela microrregião  $j$ , no período 2009-2012. Como é de praxe em estimações via máxima verossimilhança, em vez de maximizar a função  $L_{\lambda}^m(\gamma_k^m, \delta^m, \beta^m | \Omega^m)$ , nós maximizamos a função de log-verossimilhança:

$$l_{\lambda}^m(\gamma_k^m, \delta^m, \beta^m \mid \Omega^m) = \log[L_{\lambda}^m(\gamma_k^m, \delta^m, \beta^m \mid \Omega^m)].$$

Na prática, maximizar a função  $l_{\lambda}^m(\gamma_k^m, \delta^m, \beta^m \mid \Omega^m)$  pode ser bastante demandante computacionalmente, e métodos diretos – como Newton-Raphson ou *gradient descent* – podem resultar em soluções instáveis. Alternativamente, utilizamos artifício de contração, proposto por Berry (1994), que consiste em processo iterativo, conforme passos a seguir.

- 1) Inicialmente, fixamos o valor do vetor  $\gamma_k^m$  e maximizamos a função de verossimilhança  $l_{\lambda}^m(\gamma_k^m, \delta^m, \beta^m \mid \Omega^m)$  somente em  $\beta^m$ . O valor obtido para o vetor  $\beta^m$ , vamos chamar de  $\beta^{m,t}$ , com  $t = 0$ .
- 2) Com base no valor  $\beta^{m,t}$ , obtido no passo anterior (valor obtido na iteração  $t$ ), encontramos os novos valores de  $\gamma_k^{m,t+1}$ , para a iteração  $t+1$ , com base na expressão:

$$\gamma_k^{m,t+1} = \gamma_k^{m,t} + \log[\lambda_k^m] - \log[\hat{\lambda}_k^{m,t}],$$

onde  $\lambda_k^m$  corresponde à participação total observada do porto  $k$  para o produto  $m$ , enquanto  $\hat{\lambda}_k^{m,t}$  concerne à participação total estimada do porto  $k$  para o produto  $m$ , com base nos parâmetros  $\gamma_k^{m,t}$  e  $\beta^{m,t}$  e na expressão já referida para a probabilidade  $P_{j,k}^m$ . Portanto,

$$\lambda_k^m = \frac{1}{J} \sum_{j=1}^J \lambda_{j,k}^m.$$

A razão  $\hat{\lambda}_k^{m,t}$  é estimada, a partir das probabilidades  $P_{j,k}^{m,t}$  – calculadas com a expressão anterior para  $P_{j,k}^m$  –, utilizando-se a expressão:

$$\hat{\lambda}_k^{m,t} = \frac{1}{J} \sum_{j=1}^J P_{j,k}^{m,t}.$$

- 3) Fixando-se os novos valores  $\gamma_k^{m,t+1}$ , para os efeitos fixos dos portos, podemos maximizar novamente a função de verossimilhança  $l_{\lambda}^m(\gamma_k^m, \delta^m, \beta^m \mid \Omega^m)$ , com a finalidade de obter os novos valores  $\beta^{m,t+1}$  dos coeficientes  $\beta^m$ .

- 4) Os passos anteriores são repetidos em grande número de vezes, até observarmos que novas iterações não alteram os valores dos parâmetros  $\gamma_k^{m,t}$  e  $\beta^{m,t}$ . Quando isto acontece, atingimos a convergência do algoritmo de contração e obtemos as estimativas para os parâmetros  $\gamma_k^m$  e  $\beta^m$ .

Para checar a convergência do algoritmo de contração, calculamos numericamente o gradiente (vetor de primeiras derivadas) para a função  $l_\lambda^m(\gamma_k^m, \delta^m, \beta^m | \Omega^m)$ . Em todos os casos, o gradiente final após as estimações resultou igual a 0, como esperado – ou muito próximo de 0. Dadas as características dos modelos de regressão logística, pode-se mostrar que a função de log-verossimilhança  $l_\lambda^m(\gamma_k^m, \delta^m, \beta^m | \Omega^m)$  é estritamente côncava, assumindo-se que não há problemas de multicolinearidade das variáveis explicativas (Pratt, 1981). Portanto, dado que os parâmetros estimados satisfazem a condição de primeira ordem (gradiente igual a 0), nós encontramos não somente um ponto de máximo local, mas também um ponto de máximo global.

Além de obtermos as estimativas pontuais dos parâmetros do modelo, é preciso conseguirmos também estimativas para a matriz de variância-covariância dos estimadores. Podemos então aplicar o ferramental discutido em White (1996), para estimação via máxima quasi-verossimilhança. Para este tipo de estimação, a matriz de variância-covariância precisa de correção em relação à matriz de variância-covariância comumente utilizada em estimações de máxima verossimilhança, quando se assume que a distribuição utilizada corresponde ao processo gerador de dados. Conforme discutido anteriormente, o modelo logit corresponde a uma aproximação dos modelos com distribuição de partições fracionadas, o que justifica o uso de métodos de máxima quasi-verossimilhança – a exemplo da discussão em Sivakumar e Bhat (2002), Papke e Wooldridge (1996) e Ramalho, Ramalho e Murteira (2009).

A matriz de variância-covariância utilizada neste trabalho foi calculada utilizando-se a expressão a seguir:

$$\widehat{\Sigma}_\lambda^m = H^{-1} \times \widehat{C} \times H^{-1},$$

onde  $H$  corresponde à matriz hessiana<sup>4</sup> da função  $l_{\lambda}^m(\gamma_k^m, \delta^m, \beta^m | \Omega^m)$ . A matriz  $\hat{C}$  concerne a uma estimativa da variância do gradiente  $\nabla l_{\lambda}^m$  da função  $l_{\lambda}^m(\gamma_k^m, \delta^m, \beta^m | \Omega^m)$ . Assumindo-se que as observações para cada microrregião são independentes, a matriz  $\hat{C}$  pode ser obtida com a expressão:

$$\hat{C} = \frac{1}{J} \sum_{j=1}^J \nabla l_{\lambda}^m \times [\nabla l_{\lambda}^m]^T,$$

na qual  $[\nabla l_{\lambda}^m]^T$  corresponde ao transposto do gradiente da função de log-verossimilhança.

Com base na raiz quadrada da diagonal principal da matriz  $\widehat{\Sigma}_{\lambda}^m$ , obtêm-se os erros-padrão das estimativas dos parâmetros  $\gamma_k^m$  e  $\beta^m$ . A partir dos erros-padrão, dado que o estimador de quasi-verossimilhança tem distribuição assintótica normal multivariada, obtemos estatísticas  $t$  e  $p$ -valores para os parâmetros estimados, de forma a testar a significância estatística de cada um destes. Os valores destas medidas, para os três tipos de carga estudadas neste artigo, estão apresentados na seção de resultados.

Conforme discutido em Resende, Carvalho e Sakowski (2013), Behrens e Thisse (2007) e Resende (2011), um dos problemas encontrados em diversos estudos que utilizam dados geográficos é o chamado problema de unidade de área modificável (Maup). Este se refere à possibilidade de que as conclusões sobre relações econômicas se alterem quando mudada a escala geográfica. Resende, Carvalho e Sakowski (2013) e Resende (2011) sugerem – como forma de lidar com este problema – replicar o estudo para diversas escalas, de forma a verificar a robustez das conclusões. De maneira geral, os parâmetros dos modelos alteram-se quando se muda a escala geográfica das observações. Por este motivo, os parâmetros estimados nos modelos de escolha discreta neste trabalho correspondem especificamente à escala de microrregiões. Caso utilizássemos outra escala geográfica – como municípios ou mesorregiões –, os parâmetros necessitariam de novas estimações, considerando-se os dados específicos para estas escalas.

---

4. Para fins de simplificação na notação, suprimimos o subscrito  $\lambda$  e o superescrito  $m$  das matrizes  $\hat{C}$  e  $H$ , apesar de estas matrizes estarem relacionadas diretamente à função de log-verossimilhança  $l_{\lambda}^m$ .

### 3.3 Simulações de impactos de melhorias na infraestrutura de transporte sobre concorrência nos mercados geográficos

Em Carvalho *et al.* (2014b), os autores utilizam dados de fluxos observados de exportações e importações entre as mesorregiões e os portos, para determinar mercados geográficos de atuação dos portos brasileiros. Esta determinação de mercados é feita para diferentes tipos de carga, utilizando-se algoritmos de clusterização espacial. Estes algoritmos levam em consideração restrições de contiguidade para determinação dos agrupamentos de mesorregiões homogêneas. Com base nos mercados geográficos especificados e nas informações sobre movimentações nos terminais operando em cada mercado – a partir de dados do SDP/Antaq –, foi possível calcular indicadores de concentração nas operações dos terminais, para diferentes tipos de carga.

A nova Lei dos Portos (Lei nº 12.815, de 5 de junho de 2013) tem como um dos seus objetivos facilitar a entrada de novos terminais privados para fornecimento de serviços no setor. Fatores geográficos, por sua vez, fornecem parâmetros para balizar a concorrência em determinadas regiões. Por exemplo, caso a geografia existente não possibilite a construção de novos terminais na costa de determinada hinterlândia, mesmo que a regulamentação do país favoreça a competitividade, para esta hinterlândia a concorrência pode ser menos ativa. Neste caso, uma alternativa para ampliar a possibilidade de concorrência é melhorar a acessibilidade interna – via ferrovias, hidrovias e rodovias – para esta hinterlândia, de forma que os usuários possam utilizar também terminais em outros portos.

Os modelos de escolha discreta estimados neste trabalho possibilitam avaliação, *a priori*, do grau de eficácia da melhoria da malha interna de transportes – para diferentes modais – para fins de aprimoramento no ambiente concorrencial em alguns mercados geográficos. De fato, pode haver situações em que grande número de exportadores ou importadores se localize em microrregiões muito próximas a um determinado porto. Nestes casos, não necessariamente uma redução marginal nos custos de transportes destas microrregiões para outros portos irá ocasionar migração significativa de cargas para estes outros portos. Portanto, em algumas situações, não é certeza que a melhoria dos meios internos de transporte irá aprimorar o ambiente concorrencial para alguns mercados geográficos, havendo então a necessidade de incentivar a concorrência intraportos.

Para estudar os impactos de custos de transporte até determinado porto sobre as participações de mercado deste porto e dos demais, nós efetuamos simulações de aumentos de custos até dado porto e avaliamos as consequências em termos quantitativos. Nos modelos estimados para os três tipos de carga, tanto os custos logísticos quanto as distâncias até os portos foram estatisticamente significantes. Portanto, as simulações consideraram aumentos tanto nos custos quanto nas distâncias utilizadas. Isto porque as distâncias neste caso podem estar capturando não somente distâncias físicas propriamente ditas, mas também capturando indiretamente tempos de deslocamento, por exemplo. Desse modo, as simulações consideram aumentos, de forma mais geral, nos esforços de transportar uma carga das microrregiões até os portos – ou vice-versa.

Para cada porto considerado no conjunto de escolhas de determinado tipo de carga, simularam-se elevações de 10% nos custos e nas distâncias, e avaliaram-se quais foram os aumentos observados na participação dos demais portos. Observou-se também a redução correspondente no porto para o qual o esforço de transporte foi se elevando. Este tipo de exercício nos permite ter uma ideia clara de quais portos competem entre si e ter uma noção também do grau de competição.

Os exercícios de simular aumentos ou reduções nos custos e nas distâncias até determinado porto possibilitam avaliar o impacto nas participações dos demais portos para o Brasil como um todo. Além disso, estes exercícios possibilitam também avaliar os impactos sobre as participações de mercado, ao analisarem cada mercado geográfico separadamente. Neste caso, estes mercados correspondem às delimitações de mesorregiões, conforme Carvalho *et al.* (2014b). Os resultados destas simulações são apresentados na próxima seção.

## **4 PRINCIPAIS RESULTADOS PARA OS MODELOS DE ESCOLHA DISCRETA**

As tabelas A.1 a A.3, no apêndice, apresentam as estimativas tanto para os coeficientes dos logaritmos dos custos logísticos e dos logaritmos das distâncias, quanto para os efeitos fixos dos portos. Os modelos apresentados também incluem termos quadráticos para os custos e as distâncias. Todos os parâmetros resultaram estatisticamente significante a um nível de significância de 1%. A única exceção foi o efeito fixo de Aratu, na tabela A.1; mesmo assim, preferimos manter este parâmetro, para explicitar o efeito fixo

deste porto. Para os coeficientes dos logaritmos dos custos e dos logaritmos dos custos ao quadrado, os sinais resultaram invertidos. Isto também acontece para os coeficientes dos logaritmos das distâncias e dos logaritmos das distâncias ao quadrado. Isto dificulta a interpretação dos efeitos diretos dos custos e das distâncias sobre as probabilidades de escolha do porto, de acordo com a expressão para  $P_{j,k}^m$ , já expressa.

Para facilitar a interpretação desses efeitos, apresentamos no apêndice os gráficos A1 a A3, que contêm a composição entre os coeficientes e as variáveis de custos, bem como a composição entre os coeficientes e as variáveis de distâncias, para os três tipos de carga estudados neste estudo. Para as curvas da esquerda, os valores no eixo vertical são dados pela expressão:

$$y_{custos} = \hat{\beta}_1 \times \left[ \frac{\log(1 + custos)}{10} \right] + \hat{\beta}_3 \times \left[ \frac{\log(1 + custos)}{10} \right]^2.$$

Os valores da variável de custos logísticos são expressos em reais e variam entre R\$ 0,00 e R\$ 2.500,00 (intervalo aproximado de custos observados na amostra). Para carga conteneurizadas, por exemplo, de acordo com a tabela A.1, temos  $\hat{\beta}_1 = -12,06$  e  $\hat{\beta}_3 = 8,41$ . Observe que, mesmo os coeficientes tendo sinais contrários, a composição de acordo com a expressão já referida indica decaimento da probabilidade de escolha do porto, de acordo com os custos logísticos até a origem ou o destino. No final do intervalo, há leve reversão no decaimento, conforme discutiremos mais adiante.

Para as curvas da direita, os valores no eixo vertical são dados pela expressão:

$$y_{distâncias} = \hat{\beta}_2 \times \left[ \frac{\log(1 + distâncias)}{10} \right] + \hat{\beta}_4 \times \left[ \frac{\log(1 + distâncias)}{10} \right]^2.$$

Os valores para a variável distância são expressos em quilômetros e variam entre 0 km e 10 mil quilômetros (intervalo aproximado de distâncias observadas na amostra). Para carga conteneurizada, temos  $\hat{\beta}_2 = 10,34$  e  $\hat{\beta}_4 = -22,31$ . Apesar de o coeficiente para o primeiro termo ser positivo, a composição final – de acordo com a expressão anterior – mostra claro decaimento da probabilidade de escolha do porto com as distâncias entre origem e destino.



A partir dos gráficos A.1 a A.3, para os três tipos de cargas, notamos que as distâncias têm impacto mais importante que os custos logísticos sobre a redução das probabilidades de escolha dos portos. Isto não necessariamente pode estar ligado a como o processo de escolha dos agentes funciona, mas é possível que se relacione mais especificamente aos custos logísticos calculados disponíveis na amostra. Caso haja grande imprecisão nos custos logísticos utilizados na amostra, os coeficientes desta variável podem sofrer do chamado efeito de encolhimento (*shrinkage effect*) dos parâmetros estimados (Wooldridge, 2002). Pode ocorrer de as distâncias utilizadas na amostra estarem representando melhor os esforços envolvidos nos transportes de produtos entre dois pontos no Brasil.

Para os custos de transportes no caso de graneis sólidos, a composição os valores da composição de  $Y_{custos}$  tem derivada positiva a partir de custos da ordem de R\$ 300,00 (gráfico A.3). Esta derivada também é observada, de forma bem menos pronunciada, no final da curva de  $Y_{custos}$  para carga conteneirizada (gráfico A.1). No entanto, a composição entre custos logísticos e distâncias em km incorre em que, no agregado, a probabilidade de seleção de determinado porto será decrescente com o esforço de transporte entre origens e destinos, como é de se esperar. De fato, quando rodamos um modelo contendo apenas logaritmo dos custos logísticos, sem incluir termos quadráticos e distâncias em quilômetros, a curva de probabilidade é claramente decrescente com os custos, para todas as cargas consideradas.

Pelas tabelas A.1 a A.3, nota-se que os efeitos fixos para os portos de Paranaguá e Santos são os maiores, para todos os tipos de carga. Isto significa que, caso houvesse uma microrregião para a qual se observasse a mesma distância – e custos logísticos – até todos os portos do país, Santos e Paranaguá seriam os portos mais atraentes. O primeiro tem ainda a vantagem de estar próximo dos maiores mercados consumidores e produtores. Além disso, a malha viária brasileira garante boa acessibilidade ao Porto de Santos, quando comparado aos demais portos no país.

#### **4.1 Simulações de aumentos lineares dos custos sobre a participação dos portos no total de cargas movimentadas**

A tabela 1 apresenta alguns resultados referentes à simulação de cenários, considerando-se elevação de 10% nos custos de transporte e distâncias – distâncias consideradas como *proxy* também para custos logísticos. Para o Porto de Santos, por exemplo, caso

haja aumento linear de 10% nos custos de transportes entre Santos e todas as microrregiões brasileiras, há redução de 12% no *market share* deste porto. Isto significa que Santos passa a movimentar menos 3,27% (terceira coluna da tabela 1) do total de carga movimentada por todos os portos brasileiros para cargas conteneurizadas.

TABELA 1  
**Resultados das simulações para aumentos lineares nos custos de transportes:  
cargas conteneurizadas**

| Porto considerado para elevação dos custos até as microrregiões | Razão entre nova participação e participação original | Perda de participação no mercado total (%) | Portos alternativos que mais se beneficiariam    |
|---|---|--|--|
| Barcarena   | 0,86  | -0,26                                      | Belém, São Luís/Itaqui e Santos                  |
| Belém   | 0,86  | -0,19                                      | Barcarena, São Luís/Itaqui, Santos e Pecém       |
| Fortaleza   | 0,84  | -0,38                                      | Pecém, Recife/Suape e São Luís/Itaqui            |
| Itajaí  | 0,84  | -0,62                                      | Santos, Paranaguá e Rio Grande                   |
| Manaus  | 0,89  | -0,22                                      | Santos/Paranaguá                                 |
| Natal   | 0,87  | -0,21                                      | Recife/Suape, Pecém, Fortaleza e Salvador        |
| Paranaguá   | 0,86  | -1,46                                      | Santos, Rio de Janeiro/Sepeitiba e Rio Grande    |
| Pecém   | 0,87  | -0,72                                      | Fortaleza, São Luís/Itaqui, Salvador e Santos    |
| Porto de Rio Grande   | 0,86  | -0,98                                      | Santos, Paranaguá e Itajaí                       |
| Recife-Suape  | 0,89  | -0,65                                      | Salvador, Pecém e Natal                          |
| Rio de Janeiro- Sepeitiba                                       | 0,85  | -1,48                                      | Santos, Paranaguá e Vitória                      |
| Salvador  | 0,87  | -0,77                                      | Recife/Suape, Santos, Vitória e Pecém            |
| Santos  | 0,88  | -3,27                                      | Paranaguá, Rio de Janeiro/Sepeitiba e Rio Grande |
| São Francisco do Sul  | 0,81  | -0,47                                      | Santos, Paranaguá e Itajaí                       |
| São Luís-Itaqui   | 0,88  | -0,45                                      | Pecém, Barcarena e Santos                        |
| Vitória   | 0,86  | -0,85                                      | Santos, Rio de Janeiro/Sepeitiba e Paranaguá     |

Elaboração dos autores.

Essas simulações permitem também identificar quais portos se apropriariam da fatia de mercado perdida pelo porto para o qual houve aumento nos custos de transporte. Estes portos estão listados na quarta coluna da tabela 1. Para aumento de 10% em relação aos custos de transporte até o Porto de Santos, os portos que mais se apropriariam das cargas perdidas por Santos seriam Paranaguá, Rio de Janeiro/Sepeitiba e Rio Grande, no caso de cargas conteneurizadas.

**TABELA 2**  
**Resultados das simulações para aumentos lineares nos custos de transportes: cargas gerais**

| Porto considerado para elevação dos custos até as microrregiões | Razão entre nova participação e participação original | Perda de participação no mercado total (%) | Portos alternativos que mais se beneficiariam           |
|---|---|--|---|
| Barcarena   | 0,86  | -0,27                                      | Belém, São Luís/Itaqui e Santos                         |
| Belém   | 0,88  | -0,14                                      | Barcarena e São Luís/Itaqui                             |
| Fortaleza   | 0,84  | -0,40                                      | Pecém, São Luís/Itaqui e Recife/Suape                   |
| Itajaí  | 0,83  | -0,66                                      | Santos, Paranaguá e Rio Grande                          |
| Manaus  | 0,90  | -0,24                                      | Santos, Paranaguá e São Luís/Itaqui                     |
| Natal   | 0,87  | -0,25                                      | Recife/Suape, Pecém, Salvador e Fortaleza               |
| Paranaguá   | 0,84  | -1,56                                      | Santos, Rio de Janeiro/Sepetiba, Rio Grande e Itajaí    |
| Pecém   | 0,87  | -0,73                                      | Fortaleza, São Luís/Itaqui, Salvador e Santos           |
| Porto de Rio Grande   | 0,85  | -0,92                                      | Santos, Paranaguá, Itajaí e Rio de Janeiro/Sepetiba     |
| Recife-Suape  | 0,89  | -0,66                                      | Salvador, Pecém e Natal                                 |
| Rio de Janeiro- Sepetiba  | 0,84  | -1,59                                      | Santos, Paranaguá e Vitória                             |
| Salvador  | 0,87  | -0,74                                      | Recife/Suape, Santos, Vitória e Rio de Janeiro/Sepetiba |
| Santarém  | 0,88  | -0,13                                      | Manaus e Santos   |
| Santos  | 0,87  | -3,23                                      | Paranaguá, Rio de Janeiro/Sepetiba e Rio Grande         |
| São Francisco do Sul  | 0,80  | -0,48                                      | Santos, Paranaguá, Rio Grande e Itajaí                  |
| São Luís-Itaqui   | 0,88  | -0,55                                      | Pecém, Barcarena, Santos e Fortaleza                    |
| Vitória   | 0,85  | -0,92                                      | Santos, Rio de Janeiro/Sepetiba e Paranaguá             |

Elaboração dos autores.

Em praticamente todos os casos, considerando-se aumento de 10% nos custos de transporte até determinado porto, a redução na participação do porto no país como um todo é maior que 10%. Isto sugere que a participação de mercado dos portos é elástica em relação aos custos internos de transporte. No caso de São Francisco do Sul, elevação de 10% nos custos até este porto implicaria redução de quase 20% em sua participação. Este percentual é observado para os três tipos de carga considerados neste estudo. A maior sensibilidade da participação do Porto de São Francisco do Sul pode dever-se ao fato de que possivelmente seus importadores e exportadores estarem localizados a distâncias da mesma magnitude às distâncias aos principais portos competidores.

TABELA 3  
Resultados das simulações para aumentos lineares nos custos de transportes: granéis sólidos

| Porto considerado para elevação dos custos até as microrregiões | Razão entre nova participação e participação original | Perda de participação no mercado total (%) | Portos alternativos que mais se beneficiariam             |
|---|---|--|---|
| Aratu   | 0,83  | -0,20                                      | Salvador, Vitória e Recife/Suape                          |
| Barcarena   | 0,86  | -0,15                                      | São Luís/Itaquí, Santarém e Santos                        |
| Fortaleza   | 0,86  | -0,40                                      | Pecém, Recife/Suape, São Luís/Itaquí e Salvador           |
| Guaíra  | 0,86  | -0,63                                      | Santos, Rio Grande e Paranaguá                            |
| Imbituba  | 0,83  | -0,22                                      | Rio Grande, Santos, Paranaguá, Itajaí e Guaíra            |
| Itajaí  | 0,85  | -0,37                                      | Santos, Paranaguá, Rio Grande e Guaíra                    |
| João Pessoa   | 0,86  | -0,19                                      | Recife/Suape, Pecém e Fortaleza                           |
| Manaus  | 0,88  | -0,22                                      | Santos, Santarém e Vitória                                |
| Paranaguá   | 0,89  | -1,23                                      | Santos, Rio de Janeiro/Sepeitiba, Rio Grande e Vitória    |
| Pecém   | 0,86  | -0,44                                      | Fortaleza, Recife/Suape, São Luís/Itaquí e Vitória        |
| Porto de Rio Grande   | 0,88  | -1,03                                      | Santos, Paranaguá, Guaíra e Rio de Janeiro/Sepeitiba      |
| Recife-Suape  | 0,89  | -0,63                                      | João Pessoa, Salvador, Pecém, Fortaleza e Vitória         |
| Rio de Janeiro-Sepeitiba  | 0,86  | -1,25                                      | Santos, Vitória, Paranaguá, Rio Grande e Guaíra           |
| Salvador  | 0,86  | -0,46                                      | Vitória, Recife/Suape, Aratu e Santos                     |
| Santarém  | 0,86  | -0,21                                      | Manaus, Santos, Barcarena e São Luís/Itaquí               |
| Santos  | 0,88  | -2,67                                      | Paranaguá, Rio de Janeiro/Sepeitiba, Vitória e Rio Grande |
| São Francisco do Sul  | 0,81  | -0,32                                      | Santos, Paranaguá, Rio Grande, Guaíra e Itajaí            |
| São Luís-Itaquí   | 0,88  | -0,34                                      | Pecém, Fortaleza, Santos, Recife/Suape e Barcarena        |
| Vitória   | 0,87  | -1,27                                      | Santos, Rio de Janeiro/Sepeitiba, Paranaguá e Salvador    |

Elaboração dos autores.

De maneira geral, os resultados das simulações nas tabelas 1 a 3 são bastante intuitivos, uma vez que a apropriação das cargas é feita justamente por portos mais próximos ou pelo Porto de Santos – que tem grande capacidade de movimentação e para o qual a malha de transportes possibilita acessibilidade diferenciada. Os resultados sobre a apropriação da participação de mercado perdida também estão de acordo com os da identificação de hinterlândias, apresentados em Carvalho *et al.* (2014b).

## 4.2 Simulações de aumentos lineares dos custos sobre a participação dos portos na movimentação de cargas em cada mercado geográfico

As tabelas 4 a 6 nesta subseção apresentam os impactos simulados para determinado porto, devido a reduções lineares de custos de transportes para seus principais portos competidores. Neste caso, consideramos duas situações em termos de melhoria no acesso terrestre aos concorrentes: no primeiro caso, levamos em conta a melhoria no acesso ao principal porto concorrente; no segundo caso, consideramos o aprimoramento no acesso aos três principais portos concorrentes. Os principais concorrentes são os portos competidores que mais se apropriam da carga perdida por dado porto, conforme últimas colunas nas tabelas 1 a 3. Os impactos analisados foram as reduções nas participações de mercado dos portos, considerando-se as movimentações especificamente para os mercados geográficos identificados em Carvalho *et al.* (2014b).

As reduções consideradas nesta análise foram reduções percentuais de 20%, tanto para as variáveis de custos quanto para as de distâncias, até o principal porto competido ou até os três principais portos competidores. Para facilitar a visualização dos resultados, as tabelas 4 a 6 apresentam apenas os impactos sobre os portos que possuem mais de 30% de participação total (em toneladas) nas movimentações de cada mercado geográfico. Esta movimentação corresponde ao período 2009-2012 e inclui tanto operações de exportação quanto de importação.

TABELA 4  
Resultados das simulações para aumentos lineares nos custos de transportes mercados geográficos para cargas conteneurizadas

| Mercado geográfico          | Porto               | Participação do porto no mercado geográfico (%) |                     |                       |
|-----------------------------|---------------------|---|---------------------|-----------------------|
|                             |                     | Atual   | 1 porto concorrente | 3 portos concorrentes |
| Santos                      | Santos              | 84,76   | 78,95               | 73,61                 |
| Rio Grande                  | Porto de Rio Grande | 80,58   | 71,45               | 66,13                 |
| Itajaí-São Francisco do Sul | Itajaí              | 59,24   | 51,88               | 45,39                 |
| Vitória                     | Vitória             | 63,58   | 59,01               | 54,18                 |
| Pecém-Fortaleza             | Pecém               | 54,38   | 49,18               | 46,24                 |
| Paranaguá                   | Paranaguá           | 69,76   | 58,77               | 55,94                 |
| Salvador-Aratu              | Salvador            | 55,95   | 52,81               | 47,22                 |
| Santos-Paranaguá- Manaus    | Santos              | 53,08   | 49,52               | 43,82                 |

(Continua)

(Continuação)

| Mercado geográfico              | Porto                    | Participação do porto no mercado geográfico (%) |                     |                       |
|---------------------------------|--------------------------|---|---------------------|-----------------------|
|                                 |                          | Atual   | 1 porto concorrente | 3 portos concorrentes |
| Rio de Janeiro-Santos- Sepetiba | Rio de Janeiro- Sepetiba | 63,70   | 54,01               | 50,19                 |
| Barcarena-Belém-Santarém        | Barcarena                | 38,31   | 34,12               | 31,79                 |
| Suape-Maceió-Recife             | Recife-Suape             | 48,83   | 46,55               | 43,14                 |
| Manaus                          | Manaus                   | 76,93   | 75,47               | 73,68                 |
| São Luís                        | São Luís-Itaqui          | 48,31   | 44,93               | 42,17                 |
| Santos-Vitória                  | Santos                   | 58,58   | 51,34               | 44,58                 |

Elaboração dos autores.

De acordo com a tabela 4, se considerarmos a hinterlândia direta do Porto de Santos, observa-se que os terminais deste porto são responsáveis por quase 85% do peso total movimentado nas operações de importação e exportação. O principal porto competidor é o Porto de Paranaguá. Caso considerássemos diminuição dos custos de transportes até o Porto de Paranaguá, de todos os municípios que fazem parte da hinterlândia de Santos, a participação do Porto de Santos para estes municípios cairia para em torno de 79%. Caso houvesse redução linear nos custos de transporte para os três principais portos competidores de Santos (Paranaguá, Rio de Janeiro/Sepetiba e Rio Grande), a participação do Porto de Santos na sua hinterlândia direta reduz-se-iria para 74%.

Para a hinterlândia do Porto de Rio Grande, quase 81% da carga exportada ou importada pelos municípios deste mercado geográfico são movimentados por este porto. Dentro do porto, de acordo com Carvalho *et al.* (2014b), praticamente toda a carga conteneirizada é movimentada pelo Tecon – utilizando-se dados do SDP. Portanto, este terminal possui grande fatia do mercado para esta hinterlândia, havendo grande concentração neste mercado. De acordo com a tabela 4, caso houvesse redução nos custos de transporte em torno de 20% até o Porto de Santos, a participação de mercado do Tecon de Rio Grande cairia para em torno de 71%. Caso houvesse redução nos custos para os portos de Santos, Paranaguá e Itajaí, esta participação teria queda em torno de 66%.

**TABELA 5**  
**Resultados das simulações para aumentos lineares nos custos de transportes em mercados geográficos para cargas gerais**

| Mercado geográfico              | Porto                    | Participação do porto no mercado geográfico (%) |                     |                       |
|---------------------------------|--------------------------|---|---------------------|-----------------------|
|                                 |                          | Atual   | 1 porto concorrente | 3 portos concorrentes |
| Manaus                          | Manaus                   | 75,99   | 74,53               | 70,74                 |
| Santos                          | Santos                   | 81,28   | 74,69               | 69,01                 |
| São Luís                        | São Luís-Itaqui          | 55,70   | 52,27               | 48,65                 |
| Rio Grande                      | Porto de Rio Grande      | 79,31   | 70,65               | 64,81                 |
| Suape-Maceió-Recife             | Recife-Suape             | 47,48   | 45,34               | 41,80                 |
| Paranaguá                       | Paranaguá                | 66,52   | 56,00               | 53,32                 |
| Vitória                         | Vitória                  | 61,41   | 56,95               | 52,04                 |
| Pecém-Fortaleza                 | Pecém                    | 52,20   | 46,74               | 43,52                 |
| Barcarena-Belém                 | Barcarena                | 48,08   | 43,72               | 41,21                 |
| Barcarena-Belém                 | Belém                    | 30,97   | 27,11               | 26,17                 |
| Itajai-São Francisco do Sul     | Itajai                   | 58,15   | 51,45               | 44,87                 |
| Aratu-Salvador                  | Salvador                 | 62,21   | 58,70               | 52,50                 |
| Rio de Janeiro- Sepetiba-Santos | Rio de Janeiro- Sepetiba | 70,36   | 60,20               | 55,55                 |
| Santos-Paranaguá-Manaus         | Santos                   | 41,07   | 38,48               | 33,82                 |
| Vitória-Santos                  | Santos                   | 44,91   | 38,96               | 33,18                 |
| Vitória-Santos                  | Vitória                  | 35,37   | 27,24               | 23,79                 |

Elaboração dos autores.

Os resultados apresentados nesta seção mostram de fato que melhoria na acessibilidade de exportadores e importadores até portos concorrentes pode implicar aumento da concorrência, para vários dos mercados geográficos analisados. Por sua vez, para alguns destes mercados, para os quais existe grande concentração em apenas um porto, a redução de custos de acessibilidade até portos concorrentes pode resultar em cenário ainda de alta concentração. Para cargas gerais, por exemplo, notamos que – de acordo com a tabela 5 –, mesmo com redução de 20% para os três principais portos competidores, a participação deste porto na hinterlândia de Manaus<sup>5</sup> passaria de 75% para 71%. Para o Porto de Santos, redução dos custos de transporte até os três principais

5. Lembramos que o termo “portos” já referido concerne aos portos de alfandegagem. Cargas registradas como exportadas ou importadas pelo Porto de Manaus, por exemplo, na verdade podem ter sido alfandegadas em qualquer um dos terminais abaixo – de acordo com a lista da Receita Federal: Estação Hidroviária da Amazônia; Terminal da Petrobras; Super Terminais; Chibatão Navegação e Comércio Ltda.; Cimento Vencemos do Amazonas; e Brteman Empresa de Revitalização. Em particular, cargas registradas como importadas ou exportadas pelo Porto de Manaus podem ter sido movimentadas pelo Super Terminais ou pelo Terminal de Chibatão, que são potenciais competidores nesta região.

concorrentes reduziria a participação deste porto na movimentação de cargas gerais, da hinterlândia de Santos, de 81% para 69%.

**TABELA 6**  
**Resultados das simulações para aumentos lineares nos custos de transportes em mercados geográficos para graneis sólidos**

| Mercado geográfico                   | Porto                    | Participação do porto no mercado geográfico (%) |                     |                       |
|--------------------------------------|--------------------------|---|---------------------|-----------------------|
|                                      |                          | Atual   | 1 porto concorrente | 3 portos concorrentes |
| Fortaleza-Pecém                      | Fortaleza                | 44,75   | 37,29               | 34,77                 |
| Fortaleza-Pecém                      | Pecém                    | 39,57   | 33,56               | 31,06                 |
| Recife-Suape-Maceió-Aracaju-Cabedelo | Recife-Suape             | 52,67   | 50,28               | 47,67                 |
| Santos                               | Santos                   | 80,48   | 75,31               | 71,73                 |
| São Luís                             | São Luís-Itaquí          | 62,36   | 60,41               | 57,99                 |
| Rio Grande                           | Porto de Rio Grande      | 82,19   | 76,57               | 72,32                 |
| Vitória                              | Vitória                  | 80,78   | 77,84               | 74,25                 |
| Manaus-Santarém                      | Manaus                   | 52,73   | 49,76               | 46,56                 |
| Paranaguá-Corumbá                    | Paranaguá                | 55,84   | 49,24               | 47,11                 |
| Santos-Paranaguá-Vitória             | Santos                   | 42,24   | 39,28               | 33,73                 |
| Vitória-Sepetiba                     | Rio de Janeiro- Sepetiba | 69,70   | 61,81               | 55,52                 |
| Aratu-Salvador                       | Salvador                 | 44,55   | 40,70               | 36,42                 |

Elaboração dos autores.

Esses resultados nos mostram que, para alguns mercados geográficos, medidas de redução nos custos de acessibilidade até portos competidores podem ser combinadas com procedimentos de incentivo à concorrência intraportos. Este é o caso, por exemplo, dos mercados geográficos de Santos, Manaus ou Rio Grande, para cargas gerais e cargas containerizadas. No caso de cargas conteneurizadas, para os portos de Santos e de Manaus, existem diversos terminais que movimentam este tipo de carga. Para o Porto de Rio Grande, a movimentação está concentrada no Tecon deste município.

Os resultados das simulações, apresentados nesta seção, nos fornecem algumas indicações sobre o quanto reduções nos custos de transporte até portos competidores podem melhorar a concorrência em diferentes mercados geográficos. Porém, estes resultados têm de ser interpretados com cautela, uma vez que as reduções de custos simuladas não necessariamente são realistas na prática. Por exemplo, caso houvesse melhorias significativas nos custos de transporte dos municípios da hinterlândia de



Santos até o porto de Paranaguá, do Rio de Janeiro, e de Rio Grande, possivelmente estas melhorias estariam inseridas em algum plano mais abrangente de aprimoramento da malha viária. Este plano possivelmente contemplaria também melhorias até na acessibilidade até o próprio Porto de Santos. Neste caso, a participação deste porto na movimentação de cargas desta hinterlândia não seria afetada significativamente e pode até mesmo aumentar.

O segundo motivo pelo qual devemos analisar os resultados desta seção com cautela está diretamente ligado à metodologia econométrica empregada. Nas simulações, ao considerarmos reduções nos custos de transporte, estamos assumindo que os parâmetros do modelo ( $\gamma^m$  e  $\beta^m$ ) permanecem os mesmos. Isto não necessariamente é verdade, uma vez que os valores obtidos para os parâmetros podem estar intrinsecamente relacionados à configuração observada na amostra para os custos de transporte e distâncias. Caso tivéssemos outra configuração, não necessariamente os parâmetros seriam os mesmos. Quando os parâmetros estimados são sensíveis à configuração das variáveis preditoras na amostra, dizemos que o modelo não é superexógeno às variáveis preditoras (Hendry, 1995).

Caso nosso modelo não seja superexógeno às variáveis explicativas, os resultados obtidos nas simulações podem distanciar-se dos valores que de fato ocorreriam caso as variações de custos de transporte ocorressem de fato. Uma maneira de testar a superexogeneidade do modelo no nosso caso seria estimar os parâmetros, considerando-se configurações de custo de transporte e distâncias em diferentes anos. Infelizmente, dispomos de apenas uma configuração específica. Uma sugestão de continuidade deste estudo é, portanto, estimação do modelo quando novas configurações estiverem disponíveis.

#### **4.3 Potenciais impactos de projetos futuros de infraestrutura**

Atualmente, há um conjunto de ações previstas pelo governo federal para a melhoria das malhas internas de transporte, com conseqüente redução dos custos logísticos e aumento da capacidade de escoamento. Estes projetos visam à melhoria da acessibilidade em diversas regiões do país e incorrem em ganhos na competitividade dos produtos brasileiros. Para isto, espera-se atrair cada vez mais investidores privados, em projetos de concessões para diversos trechos planejados.

Conforme discutido nas subseções anteriores, melhorias em determinados trechos das malhas de transporte podem ocasionar também aumento na concorrência no setor portuário. Langen (2007), por exemplo, apresenta evidências de que a abertura do canal de Rhine-Main Donau foi seguida de aumento significativo da participação do Porto de Rotterdam sobre os produtos transacionados pela Áustria. Nesta subseção, fazemos uma discussão qualitativa sobre o possível impacto de alguns projetos – para melhorias na malha de transporte terrestre, atualmente previstos ou em execução – sobre a concorrência no setor portuário. As informações utilizadas a respeito dos projetos foram obtidas dos sítios da Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT) e da Empresa de Planejamento e Logística S.A. (EPL).

De maneira geral, vários dos projetos permitirão ganhos em termos de acessibilidade, com redução de custos logísticos de transportes até portos alternativos aos que atualmente têm maior participação nos diferentes mercados geográficos. Para municípios na região Centro-Oeste, por exemplo, que possuem cada vez mais importância como áreas produtoras de grãos, há diversos projetos de rodovias e ferrovias que ampliarão a acessibilidade até os portos do Sul, do Sudeste e dos estados do Pará e do Maranhão. Com isso, espera-se aumento da concorrência entre os portos para estes municípios.

Há vários projetos que ampliarão também a ligação entre portos, em trechos que passam por estados litorâneos. Um destes projetos, por exemplo, contempla a rodovia que liga Salvador a Recife e passa pelos estados de Alagoas e Sergipe, bem como pelos portos de Maceió e Sergipe. Espera-se com isto que haja aumento da concorrência entre os terminais localizados nestes três estados. Similarmente, o projeto da ferrovia Rio de Janeiro-Campos-Vitória visa integrar o Porto do Rio de Janeiro e seus terminais aos portos de Vitória e Tubarão, criando novas possibilidades logísticas ao escoamento de cargas. Este projeto trará possíveis ganhos de concorrência entre os terminais portuários localizados nos estados do Rio de Janeiro e do Espírito Santo.

A análise realizada neste estudo é qualitativa, não havendo neste momento a possibilidade de quantificação dos impactos sobre movimentações de cargas e concorrência portuária. Uma análise quantitativa detalhada teria de partir inicialmente da inserção dos novos trechos de ferrovias e rodovias nas malhas georreferenciadas de transportes domésticos no Brasil. Na primeira etapa, os algoritmos de cálculos de rotas mínimas teriam de ser executados, considerando-se as novas conexões ou as conexões com seus

custos reduzidos de transporte nos trechos contemplados nos projetos. Dessa forma, obteríamos novas estimativas de custos e distâncias das microrregiões – conforme apresentado na subseção anterior – até os diferentes portos no país. Na segunda etapa, estes custos e estas distâncias seriam inseridos no modelo – utilizando-se os parâmetros apresentados nas tabelas A.1 a A.3 do apêndice –, e nova configuração de movimentações e participação dos portos seria obtida.

Essa análise de impacto quantitativo depende, portanto, do controle direto de modelo de cálculo de rotas mínimas, com os associados custos logísticos, a partir de malhas de rodovias, ferrovias, hidrovias e terminais logísticos. Conforme discutido na subseção anterior, os custos e as distâncias – utilizados nas estimações dos modelos econométricos para a participação dos portos nas importações e exportações brasileiras – foram fornecidos pela Antaq a partir do programa Sigtac. A construção de modelo paralelo para realizar as simulações dos impactos das melhorias nas ferrovias e rodovias não faz parte do escopo deste estudo.

#### 4.3.1 Projetos para a malha rodoviária

No caso do setor rodoviário, esse é provavelmente o setor mais robusto e maduro em termos de transportes terrestres no Brasil. De maneira geral, o governo possivelmente focará em ações para redução de atrasos nos investimentos previstos nas concessões. Além disso, este está sendo mais flexível em termos de taxa de retorno dos investimentos, ao visar a um aumento de atratividade para os investimentos privados. Fazemos a seguir uma breve análise dos impactos, de alguns dos principais projetos de melhorias na malha rodoviária, sobre a competitividade entre os portos brasileiros.

Projeto BR-262 ES/MG – Consideremos inicialmente o projeto para a BR-262 ligando pontos no Espírito Santo em Minas Gerais. Ao todo, são 378 km de estrada, com extensão de pista a ser duplicada de 196 km (taxa de duplicação de 52%). Este projeto está praticamente dentro da hinterlândia do Porto de Vitória, para os diferentes tipos de carga (Carvalho *et al.*, 2014b). Portanto, este projeto especificamente não deve aumentar a concorrência no mercado geográfico do Porto de Vitória. Possivelmente, este porto terá até mesmo aumento no ganho de mercado para os municípios deste mercado geográfico. Por sua vez, o projeto da BR-262 deve possibilitar também a acessibilidade de municípios nas hinterlândias nas quais o Porto de Vitória compete com os portos do Rio de Janeiro e de Sepetiba, e com os portos na Bahia. Portanto, é possível que a BR-262 aumenta a concorrência nestas outras hinterlândias.

Projeto BR-050 GO/MG – O projeto da BR-050 concentra-se basicamente no leste do estado de Goiás, fronteira com o oeste de Minas Gerais. Ao todo são 426 km, sendo prevista a duplicação de 219 km (taxa de duplicação de 51%). Esta rodovia liga pontos que estão dentro de municípios atendidos pelas hinterlândias do Porto de Santos ou do Porto de Vitória. Portanto, é provável que esta concessão não incorra em aumento significativo de concorrência, dado que facilitará o acesso a portos já importantes para estes municípios; é possível que haja elevação da participação destes portos na movimentação destes municípios.

Projeto BR-101 BA – Este projeto vai aumentar a acessibilidade de Salvador ao sul do estado da Bahia. Esta estrada se localiza próxima ao litoral baiano, e tem 772 km de extensão, sendo prevista a duplicação de 543 km (taxa de duplicação de 70%). Esta região é atendida basicamente pelos portos de Vitória, de Salvador e de Aratu. Portanto, é possível que esta rodovia aumente a competição entre os terminais nestes três portos.

Projeto BR-040 MG/GO/DF – Este projeto engloba 937 km de estrada, sendo prevista extensão de 715 km de pista duplicada (taxa de duplicação de 76%). Esta estrada conecta Brasília à Fernão Dias, cruzando praticamente todo o estado de Minas Gerais. Os municípios próximos são atendidos principalmente pelos portos do Rio de Janeiro, de Sepetiba, de Vitória e de Santos. Para os municípios no estado de Minas Gerais, os dois principais portos do Rio de Janeiro e o Porto de Vitória têm grande participação. Para os municípios próximos ao extremo leste do trecho atendido por este projeto, nota-se maior participação do Porto de Santos. Dada esta configuração, uma primeira consequência do projeto da BR-040 seria aumento da participação dos portos do Rio de Janeiro e de Vitória, não somente nos municípios em Minas Gerais, como também no Distrito Federal e em Goiás. Por sua vez, devido à conexão com a Fernão Dias, é possível que haja também elevação da participação do Porto de Santos. De maneira geral, o projeto da BR-040 deve reduzir os custos de acessibilidade aos portos dos estados do Rio de Janeiro, de São Paulo e do Espírito Santo, para os municípios nas proximidades da rodovia.

Projeto BR-153 TO/GO – Este projeto corresponde a 814 km de estrada, com taxa de duplicação de 100%. Este trecho liga o estado de Goiás – proximidades do Distrito Federal – ao estado do Tocantins, havendo conectividade à Transbrasiliana.

Em termos de aumento da conectividade entre as hinterlândias mais no interior do país e os portos para escoamento, este é um dos projetos mais importantes. No caso de granéis sólidos, por exemplo, este projeto possibilitará aumentar a acessibilidade dos municípios localizados no mercado geográfico (Carvalho *et al.*, 2014b) de Santos-Paranaguá-Vitória aos portos no Pará e no Maranhão. A consequência disto é potencial aumento na concorrência nos municípios desta hinterlândia. Este tipo de análise também vale para os mercados geográficos em relação aos demais tipos de carga. De maneira geral, o projeto da BR-153 TO/GO elevará a concorrência nos mercados geográficos que envolvem UFs da região Centro-Oeste.

Projeto BR-060/153/262 DF/GO/MG – Este projeto corresponde a 1.177 km de estrada, havendo previsão de 648 km de pista dupla (taxa de duplicação de 55%). Este beneficiará diretamente municípios em Goiás, Minas Gerais, norte de São Paulo e Distrito Federal. Este projeto melhorará a acessibilidade de municípios em Tocantins, em Goiás, no Distrito Federal aos portos do Sudeste e ao Porto de Paranaguá. Por sua vez, municípios nos estados de Minas Gerais terão maior acesso aos portos do Maranhão e do Pará, graças à combinação deste projeto com o projeto BR-153 TO/GO.

Projeto BR-116 MG – Este projeto corresponde a 817 km de estrada, com taxa de duplicação de 100%. O trecho para este projeto liga o Norte de Minas Gerais até o Rio de Janeiro. Com isso, espera-se aumento na acessibilidade entre o estado da Bahia e os estados do Rio de Janeiro, de São Paulo e de Minas Gerais. Os municípios nas proximidades do trecho deste projeto estão na área de influência direta dos portos de Vitória, do Rio de Janeiro, de Sepetiba e um pouco menos do de Santos. Com este projeto, é possível que haja elevação da participação do Porto de Santos para os municípios nas proximidades deste projeto. Espera-se, portanto, que isto venha a aumentar ainda mais a concorrência entre os portos que atualmente atendem a estes municípios.

Projeto BR-163/267/262 MS – Trata-se de projeto que envolve 1.423 km de estrada, com previsão de 100% de duplicação. São diversos trechos localizados no estado de Mato Grosso do Sul. Este projeto beneficiará o escoamento de cargas dos estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul até os portos do Sudeste e do Sul do país. Os municípios destes dois estados têm grande parte do escoamento dos seus produtos pelos portos de Santos, Paranaguá e Manaus. Com o projeto BR-163/267/262, e com a consequente melhoria do acesso até o Sudeste e o Sul do Brasil, é possível que Santos e

Paranaguá tenham aumento na sua participação para as cargas do Mato Grosso e Mato Grosso do Sul. Além disso, é possível que outros portos do Sul também se beneficiem em termos de ganhos de carga.

Projeto BR-163 MT – Este projeto cobre total de 822 km de estrada, sendo previsto total de 434 km de estradas duplicadas (taxa de duplicação de 53%). Os trechos deste projeto cruzam o estado de Mato Grosso, de Norte a Sul. A proposta é que, em conjunto com o projeto BR-163/267/262, se melhore a acessibilidade dos estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul aos portos do Sudeste e do Sul do Brasil. De maneira geral, os comentários em relação a este projeto são os mesmos do projeto já referido, em termos de impactos sobre a competitividade no setor portuário.

#### 4.3.2 Projetos para a malha ferroviária

No caso do setor ferroviário, o governo apresentou um novo modelo regulatório, com o objetivo de estimular investimentos privados em aumento da capacidade e da extensão da malha, além de promover a competição entre operadores multimodais. Apesar de algumas incertezas em relação ao novo modelo, como as garantias por parte da Valec, há uma série de projetos sendo estudados. Fazemos a seguir uma discussão do impacto destes projetos sobre o ambiente concorrencial no setor portuário brasileiro.

Projeto Ferroanel – Este projeto está localizado no estado de São Paulo e corresponde a 245 km de ferrovia. Como se trata de projeto totalmente inserido próximo à cidade de São Paulo, seu potencial impacto direto seria melhorar a acessibilidade ao Porto de Santos. Portanto, em termos de melhoria na competitividade entre portos, este projeto não traria – como consequência direta – aprimoramento na concorrência entre portos.

Projeto Lucas do Rio Verde-Uruaçu-Palmas-Anápolis – Este projeto corresponde a uma extensão total de 1.920 km de ferrovia, que liga os municípios de Lucas do Rio Verde, no Mato Grosso, até Campinorte, em Goiás. Espera-se aumento na ligação entre a região Centro-Oeste e as regiões Sudeste e Nordeste do Brasil, fornecendo-se transporte ferroviário aos centros de produção localizados no Centro-Oeste e possibilitando-se o escoamento por meio da ferrovia Norte-Sul. A partir de Campinorte, há mais dois trechos, sendo um destes até Palmas, no Tocantins, e outro até Anápolis, em Goiás. Este projeto melhorará diretamente a acessibilidade dos municípios do Mato Grosso, do Tocantins e de Goiás até os portos nos estados do Pará e do Maranhão.

Portanto, de maneira geral, este projeto trará benefícios em termos de elevação da concorrência entre portos – para cargas dos municípios no Centro-Oeste – e talvez também do estado de Minas Gerais. Mesmo cargas advindas – ou direcionadas ao – do estado de Mato Grosso do Sul também teriam aumento de acessibilidade indireta até os portos no norte do Brasil.

Projeto Açailândia-Vila do Conde – Trata-se de ferrovia com extensão total de 457 km, que interconecta a região Centro-Oeste à região Norte e ao Porto de Vila do Conde e completa a extensão da ferrovia Norte-Sul, permitindo a produção e o escoamento de grãos, minerais e derivados do petróleo pelo Porto de Vila do Conde. Este projeto aumentará ainda mais a acessibilidade dos municípios do Centro-Oeste até os portos do Norte do Brasil, principalmente o de Vila do Conde, ao aumentar a concorrência portuária, para os municípios nessa região – os portos no Norte do país poderão ganhar participação em relação aos portos na região Sul e Sudeste, notadamente Santos e Paranaguá. O projeto elevará também a concorrência entre os portos do Pará e do Maranhão.

Projeto Rio de Janeiro-Campos-Vitória – Trata-se de projeto de 572 km de ferrovia, que integra o Porto do Rio de Janeiro e seus terminais ao porto de Vitória e Tubarão, bem como cria novas possibilidades logísticas ao escoamento de cargas. Esta ferrovia atravessa grande parte dos estados do Rio de Janeiro e do Espírito Santo. Em termos de concorrência no setor portuário, este projeto trará possíveis ganhos de concorrência entre os terminais portuários localizados nestes dois estados.

Projeto Belo Horizonte-Salvador – Este é o projeto que ligará a capital Belo Horizonte até a cidade de Candeias, próxima a Salvador, passando por Brumado na Bahia, com extensão total de 1.350 km de ferrovia. Espera-se com isso criar possibilidade de transporte de cargas gerais entre as regiões Sudeste e Nordeste. Os municípios em Minas Gerais são atendidos principalmente pelos portos de Vitória, Rio de Janeiro e Sepetiba, com participação um pouco menor do Porto de Santos. O projeto da ferrovia de Belo Horizonte até Salvador possibilitará aumento na concorrência portuária para os municípios de Minas Gerais, e possivelmente também de Goiás, uma vez que aumentará a acessibilidade destes municípios até os portos de Salvador e Aratu.

Projeto Salvador-Recife – Este projeto corresponde a 839 km de ferrovias, que ligam os municípios de Feira de Santana, na Bahia, a Ipojuca, em Pernambuco, e cruza os estados de Sergipe e Alagoas. Os trechos previstos passarão pelas capitais Aracaju e

Maceió, passando também pelo terminal portuário de Atalaia Velha, em Sergipe. Este projeto trará possíveis ganhos em termos de concorrência no setor portuário, uma vez que trará aumento na competição entre os portos nos quatro estados pelos quais a ferrovia passa.

Projeto Anápolis – Estrela d’Oeste-Panorama-Dourados – Este trecho corresponde a 1.294 km de ferrovia, ligando os municípios de Anápolis, em Goiás, e Dourados, no Mato Grosso do Sul. A ferrovia passa pelos municípios de Estrela d’Oeste e Panorama, ambos em São Paulo, na parte leste do estado. Este projeto trará aumento na acessibilidade entre os municípios nos estados de Goiás e Mato Grosso do Sul, e os portos no Sudeste e no Sul do Brasil. Por sua vez, há ganhos na acessibilidade também até os portos no Pará e no Maranhão, devido à integração com a ferrovia Norte-Sul. Portanto, os exportadores e os importadores nos estados do Centro-Oeste terão potenciais ganhos em termos de custos no escoamento. Isto trará ganhos também em termos de aumento na concorrência portuária.

Projeto Maracaju-Engenheiro Bley-Paranaguá – Trata-se de projeto englobando 1.139 km de ferrovia, que poderá melhorar o escoamento de diversas cargas – principalmente, grânéis sólidos minerais e vegetais – pelo Porto de Paranaguá. O primeiro trecho tem 989 km, ligando Maracajú, no Mato Grosso do Sul, ao terminal Engenheiro Bley, em Lapa, no Paraná. O segundo trecho, com 150 km, liga o terminal Engenheiro Bley ao Porto de Paranaguá, e segue a faixa de domínio da atual estrada de ferro existente desde a Lapa até Curitiba e, depois, o trajeto da BR-277 até o litoral. Para cargas com destino ou origem no estado do Paraná, estas já atendidas atualmente principalmente pelo Porto de Paranaguá. Portanto, para os municípios do Paraná, este projeto não trará benefícios diretos em termos de ganhos de concorrência entre portos e pode até mesmo ampliar ainda mais a participação do Porto de Paranaguá. Por sua vez, para os municípios em Mato Grosso do Sul e Mato Grosso, o Porto de Santos tem maior participação na movimentação das cargas. O projeto da ferrovia Maracaju-Engenheiro Bley-Paranaguá trará aumento de concorrência entre os portos de Santos e do Paraná – e possivelmente outros portos na região Sul – para os municípios nos estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul.

Projeto São Paulo-Rio Grande – Trata-se de projeto com extensão total prevista de 1.667 km de ferrovia, que liga os municípios de Mairinque – no estado de São Paulo – e Rio Grande – no estado do Rio Grande do Sul – e passa pelos estados do



Paraná e de Santa Catarina. Este projeto liga municípios que estão presentes nos mercados geográficos de diferentes portos, para diferentes tipos de cargas. Espera-se que haja ganhos em termos de aumento da concorrência entre os portos das regiões Sul e Sudeste. Por exemplo, conforme vimos nas tabelas 4 a 6, o Porto de Rio Grande tem participação de 80% ou mais – dependendo do tipo de carga – para os municípios no seu mercado geográfico. Com o projeto da ferrovia São Paulo-Rio Grande, pode haver aumento da participação dos demais portos do Sul e Sudeste sobre as movimentações dos municípios da hinterlândia de Rio Grande. Por sua vez, municípios localizados nas hinterlândias dos portos de Paranaguá, Santos, Itajaí, Imbituba e São Francisco do Sul também poderão ter melhor acesso ao Porto de Rio Grande. De maneira geral, portanto, este projeto trará ganhos em termos de concorrência portuária para os exportadores ou importadores nos estados de São Paulo e da região Sul.

Projeto Uruaçu-Corinto-Campos – Este projeto corresponde a 1.730 km de ferrovia e sai do município de Uruaçu – em Goiás –, passa por Corinto – em Minas Gerais – e segue até Campos – no Rio de Janeiro. Conjuntamente com o trecho de ferrovia que liga Lucas do Rio Verde a Uruaçu, a ferrovia Uruaçu-Corinto-Campos trará maior capacidade de escoamento dos municípios do Centro-Oeste pelos portos do Rio de Janeiro e também do Espírito Santo. Os municípios do Centro-Oeste têm suas cargas escoadas principalmente pelos portos de Santos e Paranaguá. Com estes novos projetos de ferrovias, espera-se redução nos custos de transporte até os portos dos estados do Rio de Janeiro e do Espírito Santo, o que beneficiará a concorrência no setor portuário para os exportadores e os importadores na região Centro-Oeste.

## 5 CONCLUSÕES E COMENTÁRIOS FINAIS

Neste trabalho, foram estimados modelos de escolha discreta para analisar o fluxo de cargas, com origem e destino nos municípios brasileiros, em direção – ou advindos dos – aos portos no país. Estes modelos possibilitam avaliação, *a priori*, do grau de eficácia da melhoria da malha interna de transportes – para diferentes modais – para fins de aprimoramento no ambiente concorrencial em alguns mercados geográficos. De fato, pode haver situações em que grande número de exportadores ou importadores se localize em microrregiões muito próximas a um determinado porto. Nestes casos, não necessariamente uma redução marginal nos custos de transportes destas microrregiões para outros portos irá ocasionar migração significativa de cargas para estes

outros portos. Portanto, em algumas situações, não é certeza que a melhoria dos meios internos de transporte irá aprimorar o ambiente concorrencial para alguns mercados geográficos, havendo então a necessidade de incentivar a concorrência intraportos.

Utilizamos dados de comércio exterior que agregam exportações e importações. As informações disponíveis contêm o porto de alfandegagem dos produtos movimentados, bem como estimativas dos municípios de origem e destino, identificados pela Secex com base no endereço dos exportadores ou importadores. Efetuamos a análise por tipo de carga (carga geral, contêineres e granéis sólidos), sendo o nível de agregação espacial as microrregiões. Fizemos a atribuição das microrregiões de origem e destino das cargas, a partir dos municípios de origem e destino registrados nos dados de comércio exterior.

Os dados de comércio exterior não identificam diretamente o tipo de carga movimentada. Tivemos então que fazer uma associação entre a classificação de carga e os capítulos da NCM, que estão informados nos dados utilizados. Esta associação não é exata, o que gera certo grau de imprecisão nas estimativas. Esta imprecisão não aparenta ter afetado nossa análise.

Além dos dados de fluxos de cargas entre os portos e os municípios, e entre os municípios e os portos brasileiros, é importante também termos variáveis contendo os custos e as distâncias para transporte de cargas entre origem e destino. Obtivemos então da Antaq dados de custos logísticos médios e distâncias totais entre os portos e as microrregiões. Estes valores de custos logísticos e distâncias foram extraídos do sistema Sigtac, desenvolvido pelo Labtrans/UFSC e fornecido à Antaq. Este sistema possui algoritmos de rotas mínimas entre dois pontos do território, levando-se em consideração as malhas de rodovias, ferrovias e hidrovias, e considerando-se também os custos logísticos de transferência entre modais. O esforço computacional para geração destes custos logísticos é elevado, e, por este motivo, preferiu-se utilizar microrregiões como unidades geográficas para os custos, em vez de municípios. Além disso, considerou-se apenas um custo logístico médio, sem ter em conta especificidades do tipo de carga.

Os resultados obtidos indicam que as distâncias têm impacto mais importante que os custos logísticos sobre a redução das probabilidades de escolha dos portos. Isto não necessariamente pode estar ligado a como o processo de escolha dos agentes

funciona, mas é possível que se relacione mais especificamente aos custos logísticos calculados disponíveis na amostra. Caso haja grande imprecisão nos custos logísticos utilizados na amostra, os coeficientes desta variável podem sofrer do chamado efeito de encolhimento (*shrinkage effect*) dos parâmetros estimados (Wooldridge, 2002). Pode ocorrer de as distâncias utilizadas na amostra estarem representando melhor os esforços envolvidos nos transportes de produtos entre dois pontos no Brasil.

Para qualificar melhor os parâmetros estimados para o modelo, foram realizadas simulações de cenários, considerando-se elevação de 10% nos custos de transporte e distâncias – estas últimas consideradas como *proxy* também para custos logísticos. Para o Porto de Santos, por exemplo, caso haja aumento linear de 10% nos custos de transportes entre Santos e todas as microrregiões brasileiras, espera-se redução de 12% no *market share* deste porto, no caso de cargas conteneirizadas. Isto significa que Santos passa a movimentar menos de 3,27% do total de carga movimentada por todos os portos brasileiros para este tipo de carga.

No segundo exercício de simulações, analisaram-se os impactos potenciais, para cada porto, de reduções lineares de 20% nos custos de transportes para seus principais portos competidores. Os resultados apresentados mostram que de fato melhoria na acessibilidade de exportadores e importadores até portos concorrentes pode implicar aumento da concorrência, para vários dos mercados geográficos analisados. Por sua vez, para alguns mercados geográficos para os quais existe grande concentração em apenas único porto, a redução de custos de acessibilidade até portos concorrentes pode resultar em cenário ainda de alta concentração. Para cargas gerais, por exemplo, no caso do Porto de Manaus – até mesmo com redução de 20% para os três principais portos competidores –, a participação deste porto na hinterlândia de Manaus passaria de 75% para 71%. Para o Porto de Santos, uma redução dos custos de transporte até os três principais concorrentes reduziria a participação deste porto na movimentação de cargas gerais, da hinterlândia de Santos, de 81% para 69%.

Apresenta-se discussão qualitativa sobre o possível impacto de alguns projetos – para melhorias na malha de transporte terrestre, atualmente previstos ou em execução – sobre a concorrência no setor portuário. De maneira geral, vários dos projetos permitirão ganhos em termos de acessibilidade, com redução de custos logísticos de transportes até portos alternativos, aos que atualmente têm maior participação nos

diferentes mercados geográficos. Para municípios na região Centro-Oeste, por exemplo, que possuem cada vez mais importância como áreas produtoras de grãos, há diversos projetos de rodovias e ferrovias que ampliarão a acessibilidade até os portos do Sul, do Sudeste e dos estados do Pará e do Maranhão. Com isso, espera-se aumento da concorrência entre os portos para estes municípios. Há vários projetos que ampliarão também a ligação entre portos, em trechos passando por estados litorâneos. Um destes projetos, por exemplo, contempla a rodovia que liga Salvador a Recife, passa pelos estados de Alagoas e Sergipe, bem como pelos portos de Maceió e Sergipe. Espera-se com isto que haja elevação da concorrência entre os terminais localizados nestes três estados.

Uma análise quantitativa detalhada teria de partir inicialmente da inserção dos novos trechos de ferrovias e rodovias nas malhas georreferenciadas de transportes domésticos no Brasil. Na primeira etapa, os algoritmos de cálculos de rotas mínimas teriam de ser executados, considerando-se as novas conexões ou as conexões com seus custos reduzidos de transporte nos trechos contemplados nos projetos. Dessa forma, obteríamos novas estimativas de custos e distâncias das microrregiões – conforme apresentado na subseção anterior – até os diferentes portos no país. Na segunda etapa, estes custos e estas distâncias seriam inseridos no modelo – utilizando-se os parâmetros apresentados nas tabelas A.1 a A.3 do apêndice –, e nova configuração de movimentações e participação dos portos seria obtida.

Essa análise quantitativa detalhada está fora do escopo deste projeto, uma vez que necessitaria da montagem de modelo para cálculo de rotas mínimas de transporte, com base nas malhas rodoviárias, ferroviárias e hidroviárias, bem como nos terminais logísticos. Necessita-se também de estimativas de custos de transporte para os diferentes trechos, o que depende de características das vias e de custos de transições intermodais. Atualmente, a EPL está realizando diversas iniciativas para melhorias das malhas georreferenciadas de transportes internos no país e para estimativas nestes custos logísticos. Espera-se que futuramente estas informações possam ser utilizadas para melhorar as estimativas globais de custos logísticos e distâncias, com consequente aprimoramento nos modelos econométricos estimados e nas simulações resultantes.

Finalmente, os dados utilizados para a montagem da amostra de fluxos das microrregiões até os portos, e vice-versa, tiveram como base as transações de comércio exterior consolidadas pela Secex/MDIC. As transações indicam qual o tipo de produto,

de acordo com a Nomenclatura Comum do Mercosul, mas não indicam qual o tipo de carga (carga containerizada, carga geral, granéis sólidos e granéis líquidos). Para podermos fazer uma análise tentando separar por tipo de carga, foi feita uma associação entre capítulos da NCM e tipos de carga. Esta associação pode incorrer em imprecisões na análise, uma vez que um mesmo produto pode ser transportado tanto em contêineres ou como carga geral, dependendo da operação de transporte. Aparentemente, estas imprecisões não ocasionaram prejuízos quanto às conclusões gerais do estudo. Em todo caso, uma possibilidade de melhoria neste trabalho futuramente é a utilização de informações que contenham tanto o tipo de carga, como também os municípios de origem ou destino dos produtos movimentados pelos portos.

## REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, P. H. M. *et al.* **Estimação das variáveis latentes via máxima verossimilhança com informação completa na avaliação dos critérios para a escolha do porto no Brasil.** Brasília: CERME/UnB, 2014. (Documento técnico).
- ANDERSON, C. M.; OPALUCH, J. J.; GRIGALUNAS, T. The demand for import services at US container ports. **Maritime Economics & Logistics**, n. 11(2), p. 156-185, 2009.
- ARONIETIS, R. *et al.* **Some effects of hinterland infrastructure pricing on port competitiveness: case of Antwerp.** In: WORLD CONFERENCE ON TRANSPORT RESEARCH, 12. Lisbon, 2010.
- BEHRENS, K.; THISSE, J. F. Regional economics: a new economic geography perspective. **Regional Science and Urban Economics**, v. 37, p. 457-465, 2007.
- BERRY, S. Estimating discrete choice models of product differentiation. **Rand Journal of Economics**, n. 25, p. 242-262, 1994.
- BERRY, S.; LEVINSON, J.; PAKES, A. Automobile prices in market equilibrium. **Econometrica**, v. 63, p. 841-890, 1995.
- BLONIGEN, B.; WILSON, W. **New measures of port efficiency using international trade data.** Cambridge: NBER, 2006. (Working Paper, n. 12052).
- CAMPOS NETO, C. A. S. *et al.* **Portos brasileiros 2009: ranking, área de influência, porte e valor agregado médio dos produtos movimentados.** Rio de Janeiro: Ipea, 2009. (Texto para Discussão, n. 1408).
- CARVALHO, A. X. Y. *et al.* **Caracterização do fluxo de cargas e indicadores de concorrência entre os portos brasileiros.** Brasília: CERME/UnB, 2014a. (Documento técnico).

- CARVALHO, A. X. Y. *et al.* **Identificação de mercados geográficos e construção de indicadores de concorrência no setor portuário brasileiro.** Brasília: CERME/UnB, 2014b. (Documento técnico).
- CRIBARI-NETO, F.; ZEILEIS, A. Beta regression in R. **Journal of Statistical Software**, v. 34, n. 2, p. 1-23, Apr. 2010.
- FERRARI, S., CRIBARI-NETO. Beta regression for modelling rates and proportions. **Journal of Applied Econometrics**, v. 31, n. 7, p. 799-815, 2004.
- HENDRY, D. F. **Dynamic econometrics (advanced texts in econometrics).** Oxford: Oxford University Press, 1995.
- LANGEN, P. W. Port competition and selection in contestable hinterland: the case of Austria. **European Journal of Transport and Infrastructure Research**, v. 7, n. 1, p. 1-14, 2007.
- LANGEN, P. W., CHOULY, A. Hinterland access regimes in seaports. **European Journal of Transport and Infrastructure Research**, v. 4, n. 1, p. 361-380, 2004.
- MALCHOW, B.; KANAFANI, A. A disaggregate analysis of port selection. **Transportation Research Part E**, n. 40, n. 4, p. 317-337, 2004.
- McCULLAGH, P.; NELDER, J. A. **Generalized linear models.** 2nd ed. Boca Raton: Chapman & Hall; CRC, 1989.
- OECD – ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. **Port competition and hinterland connections.** Paris: OECD, 2008. (Discussion Paper, n. 19).
- PAPKE, L. E.; WOOLDRIDGE, J. M. Econometric methods for fractional response variables with an application to 401(K) plan participation rates. **Journal of Applied Econometrics**, v. 11, p. 619-632, 1996.
- PRATT, J. Concavity of the log likelihood. **Journal of the American Statistical Association**, v. 76, p. 103-106, 1981.
- RAMALHO, E. A.; RAMALHO, J. J. S.; MURTEIRA, J. M. R. **Alternative estimating and testing empirical strategies for fractional regression models.** Évora: CEFAGE-UE, 2009. (Working Paper, n. 8).
- RESENDE, G. M. Multiple dimensions of regional economic growth: the Brazilian case – 1991-2000. **Papers in Regional Science**, v. 90, n. 3, p. 629-662, 2011.
- RESENDE, G. M.; CARVALHO, A. X. Y.; SAKOWSKI, P. A. M. **Avaliando o crescimento econômico em múltiplas escalas espaciais com a utilização de modelos de painel espacial (1970-2000).** Brasília: Ipea, 2013. (Texto para Discussão, n. 1830).

SIVAKUMAR, A.; BHAT, C. **Fractional split-distribution model for statewide commodity-flow analysis**. Washington: Transportation Research, 2002. (Working Paper, n. 1790).

THE COMPETITION AUTHORITY. **Competition in the Irish Ports Sector**. Dublin: TCA, 2012.

TIMMINS, C.; MURDOCK, J. **A revealed preference approach to the measurement of congestion in travel cost models**. Durham: Duke University Department of Economics, 2005. Mimeografado.

TIWARI, P.; ITOH, H.; DOI, M. Shippers port and carrier selection behavior in China: a discrete choice analysis. **Maritime Economics and Logistics**, n. 5, p. 23-39, 2003.

TRAIN, K. **Discrete choice methods with simulation**. Cambridge: Cambridge University Press, 2009.

VELDMAN, S.; BUCKMANN, E. A model on container port competition, an application for the west European container hub-ports. **Maritime Economics and Logistics**, v. 5, n. 1, p. 3-22, 2003.

WHITE, H. **Estimation, inference and specification analysis**. Cambridge: Cambridge University Press, 1996. (Econometric Society Monographs, n. 22).

WOOLDRIDGE, J. M. **Econometric analysis of cross section and panel data**. Cambridge: The MIT Press, 2002.

#### BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

ALPAYDIN, E. **Introduction to machine learning**. Cambridge: The MIT Press, 2004.

ANSELIN, L. **Spatial econometrics: methods and models**. Dordrecht: Kluwer Academic, 1988.

ANSELIN, L.; FLORAX, R. **Advances in spatial econometrics**. Heidelberg: Springer-Verlag, 2000.

BELTON, V.; GEAR, T. On a short-coming of Saaty's method of analytic hierarchies. **Omega**, v. 11, n. 3, p. 228-230, 1983.

BERKHIN, P. **Survey of clustering data mining techniques**. San Jose: Accrue Software, 2002. (Technical report).

BERRY, M. J. A.; LINOFF, G. **Data mining techniques**. New York: John Wiley and Sons, 1997.

BRASIL. Ministério da Fazenda. Ministério da Justiça. Portaria conjunta Seae/SDE nº 50, de agosto de 2001. Brasília: Seae; SDE, 2001.

BRUCE, A. *et al.* Interdisciplinary integration in Europe: the case of the fifth framework programme. **Futures**, v. 36, p. 457-470, 2004.

CARVALHO, A. X. Y. *et al.* Spatial hierarchical clustering. **Revista Brasileira de Biometria**, v. 27, n. 3, p. 412-443, 2009.

CARVALHO, A. X. Y. *et al.* Clusterização hierárquica espacial com atributos binários. **Revista Brasileira de Biometria**, v. 29, n. 1, p. 147-197, 2011.

CASTRO, M. C. Desenvolvimento sustentável: a genealogia de um novo paradigma. **Economia e Empresa**, São Paulo, v. 3, n. 3, p. 22-32, jul./set. 1996.

CASTRO, A. S.; CAVALCANTI, M. A. **Estimação de equações de importação e exportação para o Brasil: 1955/1995**. Brasília: Ipea, 1997. (Texto para Discussão, n. 469).

CEU – COMMISSION OF THE EUROPEAN UNION. Proposal for a Directive of the European Council and the European Parliament on market access to port services. **Eur-Lex**, 13 Oct. 2004.

CHANG, S. Production function and capacity utilization of the port of mobile. **Maritime Policy and Management**, n. 5, p. 297-305, 1978.

CHANG, Y. T. *et al.* **Estimation of optimal handling capacity of a container port: an economic approach**. Dalian: Iame, 2008.

COUTINHO, P. C.; OLIVEIRA, A. R. **Determinação da taxa de retorno adequada para concessionárias de distribuição de energia elétrica no Brasil**. Brasília: Aneel, 2002. Relatório final.

COUTINHO, P. C. *et al.* **Estudo comparativo das estruturas de custos e avaliação de projetos/investimentos entre terminais portuários de uso público e terminais portuários de uso privativo misto**. Brasília: Antaq; CERME/UnB, 2012. Relatório 1.

———. **Investigação de retornos de escala e análise de eficiência relativa dos terminais de contêineres no Brasil**. Brasília: CERME/UnB, 2013. (Documento técnico).

———. **Identificação dos principais mercados existentes no setor portuário brasileiro**. Brasília: Antaq; CERME/UnB, 2014. Relatório 3.

CULLINANE, K. *et al.* The application of mathematical programming approaches to estimating container port production efficiency. **Journal of Productivity Analysis**, n. 24, p. 73-92, 2005.

DE NEUFVILLE, R.; TSUNOKAWA, K. Productivity and returns to scale of container ports. **Maritime Policy and Management**, v. 8, n. 2, p. 121-129, 1991.

FRÉMONT, A. **Empirical evidence for integration and disintegration of maritime shipping, port and logistics activities**. Paris: OECD; ITF, 2009. (Discussion Paper, n. 1). Disponível em: <<http://goo.gl/RRmyT2>>.

GANGNON, R.; CLAYTON, M. K. Cluster detection using bayes factors from overparameterized cluster models. **Environmental and Ecological Statistics**, v. 14, n. 1, Mar. 2007.



- GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Atlas, 1991.
- GOMES, L. F. A. M.; ARAYA, M. C. G.; CARIGNANO, C. **Tomada de decisões em cenários complexos**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004.
- GOSS, R. O. Economic policies and seaports. Part 3: are port authorities necessary? **Maritime Policy and Management**, v. 17, n. 3, p. 257-271, 1990.
- GOWER, J. C. A comparison of some methods of cluster analysis. **Biometrics**, v. 23, n. 4, Dec. 1967.
- GUJARATI, D. N. **Basic econometrics**. Singapore: McGraw-Hill International, 1995.
- HASTIE, T.; TIBSHIRANI, R.; FRIEDMAN, J. **The elements of statistical learning: data mining, inference and prediction**. Stanford: Springer, 2001.
- HEAVER, T. D. The evolving roles of shipping lines in international logistics. **International Journal of Maritime Economics**, n. 4, p. 210-230, 2002.
- HERRERA, S.; PANG, G. Efficiency of infrastructure: the case of container ports. **Revista Economia**, Brasília, v. 9, n. 1, p. 165-194, 2008.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Classificação nacional de atividades econômicas**. Rio de Janeiro: Comissão Nacional de Classificação, 2007.
- ITOH, H. Efficiency changes at major container ports in Japan: a window application of DEA. **Rurds**, v. 14, n. 2, 2002.
- JANTSCH, A. P.; BIANCHETTI, L. **Interdisciplinaridade: para além da filosofia do sujeito**. 3. ed. Petrópolis: Vozes, 1999.
- JARA-DIAZ, S. R.; TOVAR, B.; TRUJILLO, L. Marginal costs, scale and scope for cargo handling firms in Spain. **Transportation**, n. 32, p. 275-291, 2005.
- JARA-DIAZ, S. R. *et al.* **Marginal costs and scale economies in Spanish ports**. In: EUROPEAN TRANSPORT FORUM, 25. London: PTRC, 1997.
- KASSELIMI, V.; NOTTEBOOM, T.; SAEED, N. **A game theoretical approach to the inter-relation between terminal scale and port competition**. Santiago: Iame, Oct. 2011.
- KASSELIMI, V. *et al.* **Minimum efficient scale (MES) of container terminals: methodological approaches and relevance for terminal concession procedures**. In: INTERNATIONAL ASSOCIATION OF MARITIME ECONOMISTS CONFERENCE. Lisbon, 2010.
- KENT, P. E. **Monitoring for port antitrust behavior: an operational model and future challenges**. [S.l.: s.n.], 2004.
- KHATTREE, R.; NAIK, D. N. **Multivariate data reduction and discrimination with SAS software**. Cary: Wiley Interscience, 2000.

- KIM, M.; SACHISH, A. The structure of production, technical change and productivity in a port. **International Journal of Industrial Economics**, n. 35, p. 209-223, 1986.
- LANDRY, M.; BANVILLE, C. Caractéristiques et balises d'évaluation de la recherche systématique. **Revue Tunisienne des Sciences de Gestion**, v. 2, n. 1, p. 76-112, 2000.
- LANGEN, P. W.; PALLIS, A. A. Analysis of the benefits intra-port competition. **International Journal of Transport Economics**, v. 33, n.1, p. 69, 2006.
- LAWSON, A. B.; DENISON, D. G. T. (Eds.). **Spatial cluster modelling**. Boca Raton: Chapman and Hall; CRC, 2002.
- LI, X. *et al.* **Storm clustering for data-driven weather forecasting**. Alabama: University of Alabama, 2008. (Technical Report).
- LIU, N.; GAN, H.; CHEN, S. **An analysis of the competition of ports in the Shanghai international shipping hub**. Hangzhou: Department of Management Science and Engineering, Zhejiang University, 2012.
- LIU, Q. **Efficiency analysis of container ports and terminals**. 2010. Thesis (Doctoral) – University College London, London, 2010.
- LIU, Z. **Ownership and productive efficiency**: with reference to British ports. 1992. Thesis (Doctoral) – Queen Mary and Westfield College, University of London, London, 1992.
- \_\_\_\_\_. The comparative performance of public and private enterprises: the case of British ports. **Journal of Transport Economics and Policy**, p. 263-274, 1995.
- LOOTSMA, F. Conflict resolution via pairwise comparison of concessions. **European Journal of Operational Research**, v. 40, n. 1, p. 109-116, 1989.
- MARTINEZ-BUDRIA, E. *et al.* A study of the efficiency of Spanish port authorities using data envelopment analysis. **International Journal of Transport Economics**, v. 26, n. 2, p. 237-253, 1999.
- NASCIMENTO, V. M. **Método para mapeamento do fluxo de informações do processo de suprimento na indústria da construção civil**: um estudo de caso múltiplo em empresas do subsetor edificações. 1999. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1999.
- NICOLESCU, B. **O manifesto da transdisciplinaridade**. 3. ed. São Paulo: Triom, 2005.
- NOTTEBOOM, T.; RODRIGUES, J. The corporate geography of terminal operators. **Maritime Policy and Management**, v. 39, n. 3, p. 249-279, 2012.
- OECD – ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. **Competition in ports and port services**. Paris: OECD, 2011.

- OPENSHAW, S.; TAYLOR, P. J. The modifiable areal unit problem. *In*: WRIGLEY, N.; BENNET, R. (Eds.). **Quantitative geography: a British view**. London: Routledge and Kegan, 1981.
- PACE, K.; BARRY, R. Sparse spatial autoregressions. **Statistics and Probability Letters**, n. 33, p. 291-297, 1997.
- POMBO, O. Práticas interdisciplinares. **Sociologias**, n. 15, p. 208-249, 2006.
- PRATTEN, A. A. **Economies of scale in manufacturing industry**. Cambridge: Cambridge University Press, 1971.
- PUGA, F. P.; BORÇA JUNIOR, G. Perspectivas de investimentos em infraestrutura: 2011-2014. **Visão do Desenvolvimento**, Rio de Janeiro, n. 92, fev. 2011.
- REKER, R. A.; CONELL, D.; ROSS, D. I. The development of a production function for a container terminal in the port of Melbourne. **Papers of the Australasian Transport Research Forum**, n. 15, p. 209-218, 1990.
- ROLL, Y.; HAYUTH, Y. Port performance comparison applying DEA. **Maritime Policy and Management**, v. 20, n. 2, p. 153-161, 1993.
- RUMMLER, G.; BRACHE, A. **Melhores desempenhos das empresas**. São Paulo: Makron Books, 1992.
- SAATY, T. L. **The analytic hierarchy process**. New York: McGraw-Hill, 1980.
- \_\_\_\_\_. **Método de análise hierárquica**. Rio de Janeiro: Makron Books, 1991.
- SAATY, T. L.; VARGAS, L. G.; WENDELL, R. E. Assessing attribute weights by ratios. **Omega**, n. 11, p. 9-12, 1983.
- SARLE, W. S. **Cubic clustering criterion**. Cary: SAS Institute, 1983. (Technical Report).
- SCHERER, A. B.; KAUFER, E.; MURPHY, R. D. **The economics of multi-plant operation: an international comparisons study**. Cambridge: Harvard University Press, 1975.
- SERRANO, M. G.; CASTELLANO, L. T. Analisis de la eficiencia de los servicios de infraestructura en Espana: una aplicación al tráfico de contenedores. *In*: ENCUESTRO DE ECONOMIA PÚBLICA, 10., 2003, Santa Cruz de Tenerife. **Anais...** Santa Cruz de Tenerife: Departamento de Análisis Económico Aplicado, 2003.
- SHANNON, C. E. A mathematical theory of communication. **Bell System Technical Journal**, v. 27, n. 3, p. 379-423, 1948.
- SHEON, S. **World port institutions and productivity: roles of ownership, corporate structure, and inter-port competition**. 2007. Thesis (Doctoral) – University of California, Berkeley, 2007.
- STIGLER, G. The economies of scale. **The Journal of Law and Economics**, n. 1, p. 56-71, 1958.

SONG, D. W.; YEO, K. T. A competitive analysis of Chinese container ports using the analytic hierarchy process. **Maritime Economics and Logistics**, v. 6, p. 34-52, 2004.

SURCO, D. F.; WILHELM, V. E. Desenvolvimento de uma ferramenta computacional para avaliação da eficiência técnica baseada em DEA. **Sistemas e Gestão**, Curitiba, v. 1, n. 1, p. 42-157, 2006.

TONGZON, J. Efficiency measurement of select Australian an international port using data envelopment analysis. **Transportation Research Part A**, v. 35, p. 113-128, 2001.

TOVAR, B.; JARA-DÍAZ, S.; TRUJILLO, L. Econometric estimation of scale and scope economies within the port sector: a review. **Maritime Policy & Management**, v. 34, n. 3, p. 203-223, June 2007.

TURNER, H.; WINDLE, R.; DRESNER, M. North American container port productivity: 1984-1997. **Transportation Research Part E**, v. 40, p. 339-356, 2004.

UNITED STATES OF AMERICA. Department of Justice. Federal Trade Commission. **Horizontal merger guidelines**. Washington: DOJ; FTC, 2010. Disponível em: <<http://goo.gl/5OU3RK>>.

\_\_\_\_\_. Department of Justice. Federal Trade Commission. **Horizontal merger guidelines**. Washington: DOJ; FTC, 2011.

\_\_\_\_\_. **Improving the nation's freight transportation system: findings and recommendations of the special panel on 21st century freight transportation**. Washington: House of Representatives Committee on Transportation & Infrastructure, Oct. 2013.

VALENTINE, V. F.; GRAY, R. The measurement of port efficiency using data envelopment analysis. *In*: WORLD CONFERENCE ON TRANSPORT RESEARCH, 9., 2001, Seoul. **Anais...** Seoul: WCTR, 2001.

VANELSLANDER, T. Economies of scale in sea-port container handling: up to what level? *In*: HILFERINK, P. (Ed.). **Proceedings of the BIVEC-GIBET transport research day**. 2007. p. 348-369.

VERGARA, S. C. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. São Paulo: Atlas, 1998.

WEISS, L. W. Optimal plant size and the extent of suboptimal capacity. *In*: MASSON, R. T.; QUALLS, P. D. (Eds.). **Essays on Industrial Organization in Honor of Joe S. Bain**. Cambridge: Ballinger, 1975.

WORLD BANK. **The evolution of ports in a competitive world**. Washington: World Bank Port Reform Toolkit, 2002.

\_\_\_\_\_. **Port regulation: overseeing the economic public interest in ports**. 2nd ed. Washington: World Bank, 2007.

## APÊNDICE

### PARÂMETROS ESTIMADOS PARA OS MODELOS DE ESCOLHA DISCRETA

TABELA A.1

Parâmetros estimados para o modelo de escolha discreta para cargas conteneurizadas

| Grupos de variáveis            | Variáveis                 | Coefficientes estimados | Erros-padrão |
|--------------------------------|---------------------------|-------------------------|--------------|
| Efeitos Fixos                  | Antonina                  | -0.612935               | 0.032905     |
|                                | Aratu                     | -0.057049               | 0.048996     |
|                                | Itajaí                    | 3.816672                | 0.028664     |
|                                | São Luís-Itaqui           | 3.219680                | 0.032638     |
|                                | Macapá                    | 0.153946                | 0.068368     |
|                                | Pecém                     | 3.686048                | 0.030297     |
|                                | Cáceres                   | -0.534879               | 0.072075     |
|                                | Maceió                    | 1.166245                | 0.032911     |
|                                | Manaus                    | 3.733282                | 0.033946     |
|                                | Natal                     | 2.066373                | 0.031862     |
|                                | Niterói                   | 0.992664                | 0.049289     |
|                                | Guaíra                    | -1.487856               | 0.035941     |
|                                | Recife-Suape              | 3.452043                | 0.029291     |
|                                | Rio de Janeiro- Sepetiba  | 4.859268                | 0.027919     |
|                                | Porto de Rio Grande       | 5.371195                | 0.027401     |
|                                | Salvador                  | 3.886574                | 0.029333     |
|                                | Santarém                  | 1.912189                | 0.043007     |
|                                | Santos                    | 5.929490                | 0.027861     |
|                                | São Sebastião             | 0.758776                | 0.049928     |
|                                | São Francisco do Sul      | 3.576451                | 0.028568     |
| Coeficientes                   | Barcarena                 | 2.576629                | 0.032548     |
|                                | Vitória                   | 4.453711                | 0.028677     |
|                                | Belém                     | 2.172940                | 0.034465     |
|                                | João Pessoa               | 0.532524                | 0.038725     |
|                                | Fortaleza                 | 2.761642                | 0.030676     |
|                                | Imbituba                  | 0.662211                | 0.031903     |
|                                | Paranaguá                 | 6.626427                | 0.030026     |
|                                | Porto Alegre              | -                       | -            |
|                                | Log dos custos logísticos | -12.058335              | 0.177303     |
|                                | Log das distâncias        | 10.342137               | 0.133730     |
| Log dos custos ao quadrado     | 8.407827                  | 0.160442                |              |
| Log das distâncias ao quadrado | -22.311791                | 0.111841                |              |

Elaboração dos autores.

TABELA A.2

**Parâmetros estimados para o modelo de escolha discreta para cargas gerais  
(incluindo contêineres)**

| Grupos de variáveis  | Variáveis                      | Coefficientes estimados | Erros-padrão |
|----------------------|--------------------------------|-------------------------|--------------|
| Efeitos fixos        | Antonina                       | -0.764089               | 0.029223     |
|                      | Aratu                          | -0.123932               | 0.046094     |
|                      | Macaé                          | -2.464184               | 0.035477     |
|                      | Itajaí                         | 3.903710                | 0.023800     |
|                      | São Luís-Itaqui                | 3.493869                | 0.027020     |
|                      | Macapá                         | -0.390482               | 0.069648     |
|                      | Pecém                          | 3.645848                | 0.025513     |
|                      | Cáceres                        | -0.625334               | 0.068148     |
|                      | Maceió                         | 1.006390                | 0.028799     |
|                      | Manaus                         | 3.605789                | 0.030929     |
|                      | Natal                          | 2.167474                | 0.027595     |
|                      | Niterói                        | 1.432274                | 0.038173     |
|                      | Guaíra                         | -1.559867               | 0.039698     |
|                      | Recife-Suape                   | 3.387153                | 0.024928     |
|                      | Rio de Janeiro- Sepetiba       | 4.984990                | 0.023341     |
|                      | Porto de Rio Grande            | 5.323731                | 0.022788     |
|                      | Salvador                       | 3.793952                | 0.024635     |
|                      | Santarém                       | 2.316071                | 0.032719     |
|                      | Santos                         | 5.922881                | 0.023138     |
|                      | São Sebastião                  | 1.734388                | 0.035446     |
| São Francisco do Sul | 3.609291                       | 0.023873                |              |
| Barcarena            | 2.600001                       | 0.026391                |              |
| Vitória              | 4.585250                       | 0.023973                |              |
| Belém                | 1.765059                       | 0.031805                |              |
| João Pessoa          | 0.303087                       | 0.036159                |              |
| Fortaleza            | 2.760400                       | 0.025797                |              |
| Ilhéus               | 0.107191                       | 0.037040                |              |
| Imbituba             | 1.700239                       | 0.030163                |              |
| Paranaguá            | 7.007950                       | 0.027202                |              |
| Porto Alegre         | -                              | -                       |              |
| Coefficientes        | Log dos custos logísticos      | -11.534627              | 0.178214     |
|                      | Log das distâncias             | 9.089196                | 0.135019     |
|                      | Log dos custos ao quadrado     | 6.945075                | 0.160282     |
|                      | Log das distâncias ao quadrado | -21.799499              | 0.112138     |

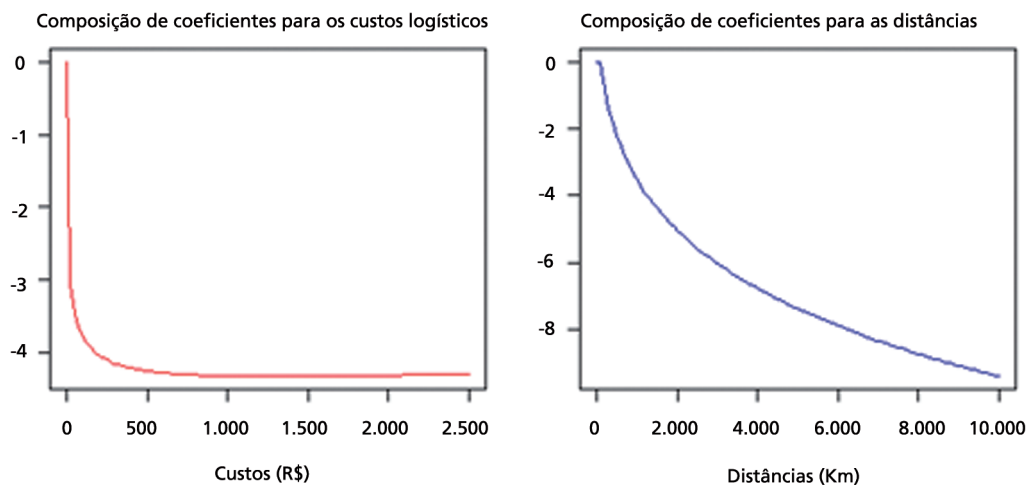
Elaboração dos autores.

**TABELA A.3**  
**Parâmetros estimados para o modelo de escolha discreta para granéis sólidos**

| Grupos de variáveis | Variáveis                      | Coefficientes estimados | Erros-padrão |
|---------------------|--------------------------------|-------------------------|--------------|
| Efeitos fixos       | Antonina                       | 0.126763                | 0.051232     |
|                     | Aratu                          | 1.766794                | 0.049418     |
|                     | Corumbá                        | 0.248900                | 0.052555     |
|                     | Itajaí                         | 2.271474                | 0.042602     |
|                     | São Luís-Itaqui                | 3.226801                | 0.047678     |
|                     | Macapá                         | 1.462100                | 0.053573     |
|                     | Pecém                          | 3.144320                | 0.043281     |
|                     | Cáceres                        | -2.414142               | 0.063518     |
|                     | Maceió                         | 0.947922                | 0.047865     |
|                     | Manaus                         | 3.554956                | 0.046280     |
|                     | Natal                          | 1.152693                | 0.053200     |
|                     | Guaira                         | 2.957321                | 0.041147     |
|                     | Recife-Suape                   | 3.440481                | 0.043307     |
|                     | Rio de Janeiro- Sepetiba       | 3.794511                | 0.040316     |
|                     | Porto de Rio Grande            | 4.647715                | 0.041872     |
|                     | Salvador                       | 2.841248                | 0.044660     |
|                     | Santarém                       | 2.922723                | 0.052415     |
|                     | Santos                         | 4.701963                | 0.040762     |
|                     | São Francisco do Sul           | 2.214056                | 0.042133     |
|                     | Barcarena                      | 2.211300                | 0.051786     |
| Vitória             | 4.445200                       | 0.041791                |              |
| Belém               | 1.712857                       | 0.064260                |              |
| João Pessoa         | 1.679457                       | 0.046825                |              |
| Fortaleza           | 2.932616                       | 0.043605                |              |
| Imbituba            | 1.955420                       | 0.044452                |              |
| Aracaju             | 0.628057                       | 0.048467                |              |
| Paranaguá           | 4.650267                       | 0.037565                |              |
| Porto Alegre        | -                              | -                       |              |
| Coefficientes       | Log dos custos logísticos      | -14.097636              | 0.250672     |
|                     | Log das distâncias             | 9.114787                | 0.219289     |
|                     | Log dos custos ao quadrado     | 13.895346               | 0.243269     |
|                     | Log das distâncias ao quadrado | -23.470559              | 0.188736     |

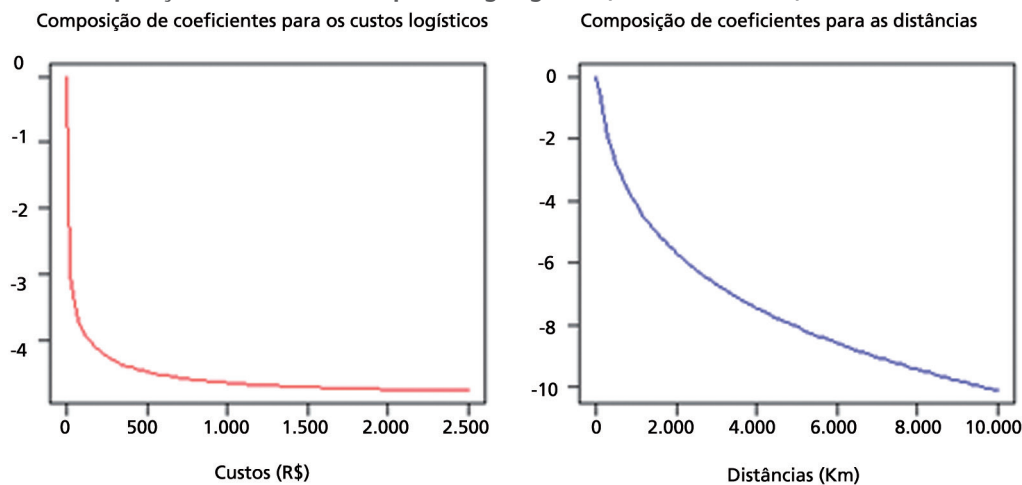
Elaboração dos autores.

GRÁFICO A.1  
Composição dos coeficientes para cargas conteneurizadas



Elaboração dos autores.  
Obs.: Imagem reproduzida em baixa resolução em virtude das condições técnicas dos originais disponibilizados pelos autores para publicação (nota do Editorial).

GRÁFICO A.2.  
Composição dos coeficientes para cargas gerais (com contêineres)



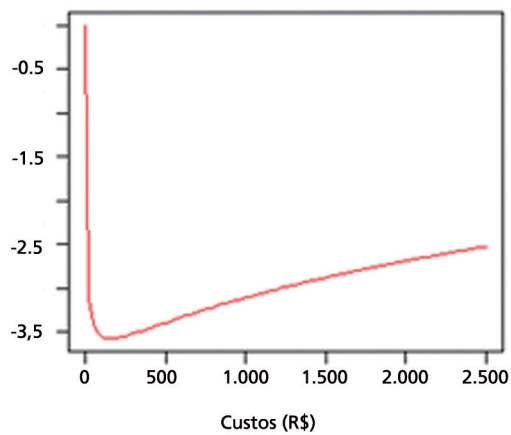
Elaboração dos autores.  
Obs.: Imagem reproduzida em baixa resolução em virtude das condições técnicas dos originais disponibilizados pelos autores para publicação (nota do Editorial).



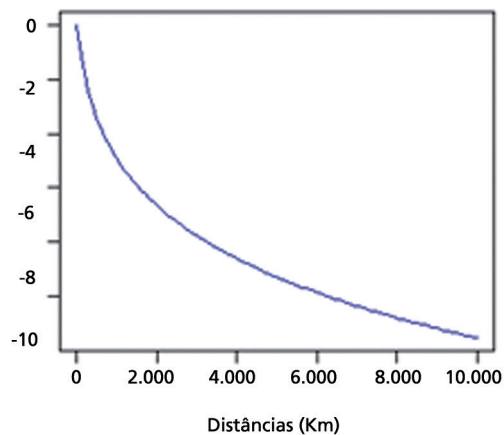
GRÁFICO A.3

**Composição dos coeficientes para granéis sólidos**

Composição de coeficientes para os custos logísticos



Composição de coeficientes para as distâncias



Elaboração dos autores.

Obs.: Imagem reproduzida em baixa resolução em virtude das condições técnicas dos originais disponibilizados pelos autores para publicação (nota do Editorial).



## **EDITORIAL**

### **Coordenação**

Cláudio Passos de Oliveira

### **Supervisão**

Everson da Silva Moura

Reginaldo da Silva Domingos

### **Revisão**

Ângela Pereira da Silva de Oliveira

Clícia Silveira Rodrigues

Idalina Barbara de Castro

Leonardo Moreira Vallejo

Marcelo Araujo de Sales Aguiar

Marco Aurélio Dias Pires

Olavo Mesquita de Carvalho

Regina Marta de Aguiar

Bárbara Seixas Arreguy Pimentel (estagiária)

Erika Adami Santos Peixoto (estagiária)

Jéssica de Almeida Corsini (estagiária)

Laryssa Vitória Santana (estagiária)

Manuella Sâmella Borges Muniz (estagiária)

Thayles Moura dos Santos (estagiária)

Thércio Lima Menezes (estagiário)

### **Editoração**

Bernar José Vieira

Cristiano Ferreira de Araújo

Daniella Silva Nogueira

Danilo Leite de Macedo Tavares

Diego André Souza Santos

Jeovah Herculano Szervinsk Junior

Leonardo Hideki Higa

### **Capa**

Luís Cláudio Cardoso da Silva

### **Projeto Gráfico**

Renato Rodrigues Bueno

*The manuscripts in languages other than Portuguese published herein have not been proofread.*

### **Livraria Ipea**

SBS – Quadra 1 - Bloco J - Ed. BNDES, Térreo.

70076-900 – Brasília – DF

Fone: (61) 3315-5336

Correio eletrônico: [livraria@ipea.gov.br](mailto:livraria@ipea.gov.br)







### **Missão do Ipea**

Aprimorar as políticas públicas essenciais ao desenvolvimento brasileiro por meio da produção e disseminação de conhecimentos e da assessoria ao Estado nas suas decisões estratégicas.



**ipea** Instituto de Pesquisa  
Econômica Aplicada

Secretaria de  
Assuntos Estratégicos

