

EFICIÊNCIA RELATIVA DOS PORTOS BRASILEIROS: UMA ANÁLISE REGIONALIZADA

Raul Antonio Cristovão dos Santos
IPE-USP

Eduardo Amaral Haddad
IPE-USP, FIPE, REAL-UIUC

Resumo. A queda das barreiras comerciais artificiais entre os países trouxe destaque às barreiras representadas pelos custos de transporte do comércio internacional. Entre estes, o custo associados à atividade portuária tem sido alvo de atenção especial. Também no Brasil, a percepção de que a eficiência portuária é um fator crítico para a economia ganha força. No entanto, não existem estimativas da contribuição dos portos para a variação dos custos de transporte e da diferença de custos entre os portos nas várias regiões do País. O presente trabalho visa preencher estas lacunas. Através de dados das importações brasileiras do ano de 2002, desenvolvemos um modelo econométrico [baseado em Blonigen & Wilson (2006)] que permite medir a variação do custo de importar uma mercadoria devido aos portos. O modelo permite-nos ainda ter uma idéia da eficiência relativa entre os portos da amostra, ou seja, em condições semelhantes qual porto oferece o menor custo.

Palavras-chave: Economia regional, comércio internacional, portos, econometria.

Abstract. The fall of artificial trade barriers between the countries highlighted the barriers represented by the transport costs of international trade. Among these, the cost associated with the port activity has received special attention. Also in Brazil, the perception that port efficiency is an important factor to the economy has gained strength. However, there are no estimates of the contribution of ports to the variation of the transport costs and of the difference of cost across Brazilian ports in the different regions of the country. The present work aims to fill these gaps. Using data of the Brazilian imports for 2002, we develop an econometric model [based on Blonigen & Wilson (2006)] that allows us to measure the variation of the cost to import a good due to port. The model allows us to have an idea of the relative efficiency of the ports.

Keywords: regional economics, international trade, ports, econometrics.

Área Anpec: Área 9 - Economia Regional e Urbana

Classificação JEL: R1, F14, R15

1. Introdução

A queda das barreiras comerciais artificiais entre os países trouxe destaque às barreiras representadas pelos custos de transporte do comércio internacional. Na esteira desta mudança, surgiu uma literatura que tentava avaliar os impactos dos custos de transporte ao comércio e economia dos países.¹

Entre os custos de transportes associados ao comércio internacional, o custo associado à atividade portuária tem sido alvo de atenção especial. Por exemplo, Clark *et al* (2004) investigam o impacto de mudanças na eficiência portuária sobre o custo total de transporte no comércio internacional. Os autores estimam um modelo de precificação do transporte marítimo a partir dos dados de taxas pagas nas importações dos EUA trazidas por companhias de transporte marítimo de linha regular.² Em particular, destacamos o resultado para a variável de eficiência portuária medida pelo índice do GCR³ para o ano 2000; os autores mencionam explicitamente o Brasil e afirmam que se a eficiência portuária brasileira chegasse ao patamar da França ou Suécia o custo de transporte marítimo reduzir-se-ia por mais de 15%.

Também no Brasil, a percepção de que a eficiência portuária é um fator crítico para o comércio internacional ganha força. Algumas informações mostram a dimensão do problema no país. Os problemas associados à atividade portuária no Brasil fazem parte do chamado “custo Brasil”, isto é, o conjunto de fatores desfavoráveis à competitividade das empresas no Brasil, que independem delas próprias. Uma amostra disto é a estimativa da Associação Nacional dos Usuários de Transportes de Carga (ANUT) de que os atrasos no embarque e desembarque nos portos, causados, entre outros, pelo número insuficiente de berços e contêineres e pelo tamanho inadequado dos berços, custou ao Brasil US\$ 1,2 bilhões em 2004.

Outro exemplo é o já mencionado índice de qualidade da infra-estrutura portuária do GCP. O Gráfico 1 apresenta alguns dos resultados para países selecionados, para o ano de 2006. A barra horizontal diz respeito à média mundial e os números antes do nome dos países, à posição ocupada por eles em um *ranking* deste índice. O país líder em qualidade da infra-estrutura portuária é Singapura, seguido por Holanda, Hong Kong e Alemanha. Os Estados Unidos aparecem na 15ª posição. O Brasil ocupa a 88ª posição, entre um total de 125 países, atrás de outros países em desenvolvimento como a Coreia do Sul (27ª posição) e, na América Latina, Uruguai (46ª posição), Argentina (63ª posição) e México (64ª posição). Os países com classificação pior do que o Brasil são em sua maioria do continente africano; alguns são da América do Sul e leste europeu.

Com o intuito de aumentar a eficiência dos portos e reduzir este componente do “custo Brasil”, mudanças têm sido feitas no marco regulatório do setor portuário brasileiro desde o início da década de noventa⁴. Um levantamento da história recente da regulação deste setor nos conduz ao ano de 1975, quando foi criada a Portobrás com o objetivo de construir, explorar e administrar os portos brasileiros. Em 1990, ano da extinção da Portobrás, alguns portos eram administrados diretamente por esta, outros por suas subsidiárias, as Companhias Docas, por concessões estaduais e privadas. Os problemas enfrentados pelo setor à época incluíam, entre outros, equipamentos obsoletos, déficit de investimentos, elevado tempo de espera para atracação e permanência das embarcações no porto e monopólios da escalação da mão-de-obra.

Em fevereiro de 1993 foi promulgada a “Lei de Modernização dos Portos” (Lei 8.630/93) que visava promover a descentralização no setor, permitir a entrada de recursos privados, estimular investimentos, promover a concorrência e adequar o quantitativo da mão-de-obra aos novos padrões tecnológicos. Para

¹ Os trabalhos de Hummels (2001) e Redding e Venables (2001) são exemplos desta literatura.

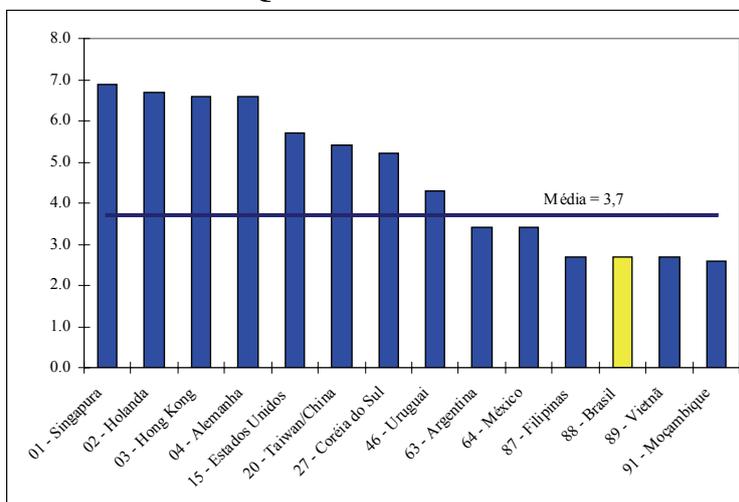
² No transporte marítimo de linha regular o itinerário é conhecido e repetitivo, as cargas transportadas são heterogêneas (tipo carga geral), containerizadas ou soltas. As tarifas são estabelecidas unilateralmente pelas companhias ou por conferências de fretes, ou seja, acordos entre um grupo de companhias que prestam serviço em uma rota ou área geográfica de modo a estabelecerem fretes e outras condições uniformemente [Vieira (2003), pp. 37-38].

³ O *Global Competitiveness Report* (GCR), publicado pelo *World Economic Forum*, mede a capacidade dos países em prover altos níveis de prosperidade para seus cidadãos. Uma das medidas apresentadas é um índice de qualidade da infra-estrutura portuária. Este índice é calculado a partir de uma pesquisa feita com usuários que respondem à pergunta: “port facilities and inland waterways in your country are...”; as respostas são enumeradas de 1 a 7, sendo 1 equivalente a subdesenvolvidos e 7, tão desenvolvidos quanto os melhores do mundo.

⁴ O que se segue é baseado em BNDES (2001).

tal foram criados: o Operador Portuário (OP), pessoa jurídica pré-qualificado para executar a ação portuária; a Autoridade Portuária (AP), responsável pela fiscalização da manutenção e gestão do patrimônio e conservação da eficiência portuária; Conselho da Autoridade Portuária (CAP), formado por representantes do poder público, da OP, dos trabalhadores e usuários; e o Órgão Gestor da Mão-de-Obra (OGMO).

Gráfico 1. Índice de Qualidade de Infra-estrutura Portuária



Fonte: GCR (2006)

Os portos são fundamentais ao Brasil dada a importância do transporte marítimo para o comércio internacional. De acordo com informações do MDIC (Aliceweb), em 2002, 79,89% das exportações brasileiras (em US\$) foram feitas por via marítima; em 2003 e 2004, este número foi 85,54% e 80,94%, respectivamente. As exportações brasileiras aumentaram 59,82% entre 2002 e 2004; no mesmo período, o uso da via marítima para transporte das exportações cresceu 61,91%.

Em relação às importações o quadro é similar. Em 2004, 68,18% das importações brasileiras em US\$ e 88,94% em kg utilizaram-se da via marítima. Em termos do valor importado (US\$) a via aérea foi o segundo meio mais importante com 24,89%, mas devemos ressaltar que o custo de utilizar a via aérea é elevado e só justificado no caso de produtos com alto valor unitário, por isso sua participação nas importações em kg é baixa (0,19%).

As informações apresentadas dão uma idéia em certo sentido incompleta da importância dos portos para a economia brasileira. Para se auferir corretamente a importância dos portos para o Brasil, deveríamos ter uma estimativa de quanto do custo total de transportar uma mercadoria de um país estrangeiro para o Brasil, ou em sentido inverso, é relativo ao porto escolhido para integrar a cadeia de transporte. Outra informação importante, em particular para a agência responsável pela regulação do setor, a Agência Nacional de Transportes Aquaviários (Antaq), é a diferença de custos entre os portos.

Uma crescente – mas ainda pequena – literatura vem tentando diferentes abordagens para obter estimativas destas informações, em especial, sobre eficiência portuária. No entanto, não existem trabalhos focando o Brasil que cubram uma amostra extensa dos portos brasileiros.

O presente trabalho visa preencher estas lacunas da literatura. Selecionamos uma amostra contendo 13 dos portos mais importantes do Brasil – Rio Grande, Itajaí, São Francisco do Sul, Paranaguá, Santos, Vitória, Sepetiba, Rio de Janeiro, Salvador, Aratu, Suape, Fortaleza e Belém – que foram responsáveis por 67,3% do peso e 54% do valor importados em 2002. Através de dados das importações brasileiras do ano de 2002 que registraram como porto de entrada os portos selecionados, desenvolvemos um modelo econométrico [baseado em Blonigen & Wilson (2006)] que permite medir a variação do custo de importar uma mercadoria devido aos portos. O modelo permite-nos ainda ter uma idéia da eficiência relativa entre os portos da amostra, ou seja, em condições semelhantes qual porto oferece o menor custo.

O restante do trabalho está organizado da seguinte forma. Na seção 2, descrevemos os portos que compõem a amostra e apresentamos algumas informações sobre sua importância para o comércio internacional brasileiro. A seção 3 é uma breve revisão bibliográfica de trabalhos que lidaram com a questão de eficiência portuária. Na seção 4, são apresentados a metodologia adotada e os resultados obtidos. Algumas conclusões compõem a seção 5.

2. Os Portos no Comércio Internacional Brasileiro

Os dados na amostra são referentes a treze portos: Rio Grande, Itajaí, São Francisco do Sul, Paranaguá, Santos, Vitória, Sepetiba, Rio de Janeiro, Salvador, Aratu, Suape, Fortaleza e Belém que foram responsáveis por 67,3% do peso e 54% do valor importados em 2002.

Segundo o Anuário Estatístico Portuário de 2004, da Agência Nacional de Transportes Aquaviários (ANTAQ), dos portos pertencentes a nossa amostra, apenas o porto de São Francisco do Sul permanecia no regime de concessão ao Governo do Estado de Santa Catarina, sendo administrado pela autarquia estadual Administração do Porto de São Francisco do Sul. Os portos de Paranaguá, Rio Grande e Itajaí estavam sob o regime de delegação, os dois primeiros aos governos dos estados em que se localizam – Paraná e Rio Grande do Sul, respectivamente – e o último à Prefeitura Municipal de Itajaí. Estavam sob o controle do governo federal e eram administrados por empresas ligadas ao Ministério dos Transportes os portos de Belém, Fortaleza, Salvador, Aratu, Vitória, Rio de Janeiro, Sepetiba e Santos. O porto de Suape encontrava-se sob regime de autorização e era administrado pela empresa homônima.

A Tabela 1 permite comparar a escala dos portos estudados de acordo com a movimentação de carga. Considerando o total de carga movimentada, podemos separar os portos em quatro grupos. No primeiro, estão Santos e Sepetiba, os maiores portos da amostra. No segundo, estão portos com de 30 a 40% da carga movimentada de Santos, são eles: Belém, Aratu, Paranaguá e Rio Grande. O terceiro grupo é composto por Rio de Janeiro e São Francisco do Sul, portos com entre 20 e 25% da carga movimentada de Santos. No quarto grupo estão os demais portos que movimentaram ao redor de 10% ou menos da carga movimentada pelo porto de Santos.

Tabela 1. Movimentação de Cargas, por natureza, 2004 (em toneladas)

Porto	2004			Total
	Granel Sólido	Granel Líquido	Carga Geral	
Belém	16.960.556	1.728.503	1.370.798	20.059.857
Fortaleza	840.375	1.495.156	1.756.842	4.092.373
Suape	0	2.273.041	1.643.946	3.916.987
Salvador	697.146	0	2.255.947	2.953.093
Aratu	3.244.946	23.194.943	0	26.439.889
Vitória	3.201.130	200.726	3.946.056	7.347.912
Rio de Janeiro	828.897	8.080.432	5.626.336	14.535.665
Sepetiba	56.803.864	0	2.482.185	59.286.049
Santos	27.898.592	13.508.837	26.202.324	67.609.753
Paranaguá	21.085.082	3.783.474	6.612.633	31.481.189
São Francisco do Sul	3.048.945	9.400.787	3.584.931	16.034.663
Itajaí	0	67.824	5.371.500	5.439.324
Rio Grande	12.291.273	3.918.099	6.038.162	22.247.534

Fonte: Anuário Estatístico Portuário, 2004, Antaq.

As cargas transportadas pelo modal marítimo são divididas em três segmentos: granéis sólidos, granéis líquidos e carga geral. Cargas do tipo granel sólido são compostas por mercadorias como minério de ferro, carvão, grãos, bauxita, açúcar, sal, etc. Granéis líquidos são compostos por mercadorias como petróleo, produtos petrolíferos e gases líquidos. No segmento de carga geral são incluídos produtos diversos que se distinguem ainda pela forma de manipulação e transporte; estão neste grupo mercadorias como produtos agrícolas em sacarias, frutas e carnes transportadas em porões frigoríficos e carros e carretas, entre outros. As cargas gerais dividem-se ainda em dois tipos, solta ou containerizada.

Os portos de Belém, Sepetiba, Paranaguá e Rio Grande lidam principalmente com cargas do tipo granel sólido (Tabela 4). Notamos no caso de Sepetiba uma queda ligeira nos últimos anos da movimentação de cargas deste tipo em favor de carga geral, mas a movimentação deste tipo de carga por aquele porto ainda permanece muito reduzida. Em 2004, o porto de Sepetiba foi o terceiro maior em movimentação de granéis sólidos no Brasil, ficando atrás apenas de Tubarão (ES) e Itaqui (MA). Sepetiba respondeu por 15,4% da movimentação total deste tipo de carga em todos os portos brasileiros no ano de 2004, de acordo com o Anuário Estatístico Portuário deste ano.

Já os portos de Suape, Aratu, Rio de Janeiro e São Francisco do Sul movimentaram principalmente cargas do tipo granel líquido; com exceção de Aratu, os outros portos mostraram em anos recentes tendência de reduzir a movimentação de granéis líquidos em favor de carga do tipo carga geral. O porto de Aratu foi aquele que movimentou mais granéis líquidos no Brasil em 2004, alcançando uma participação de 14% na movimentação nacional de granéis líquidos por portos brasileiros.

O porto de Fortaleza mostrava em 2000 uma forte concentração na movimentação de granéis sólidos. Porém, em 2004, o porto movimentava principalmente cargas gerais e líquidas, apesar de ainda contar com uma alta participação de granéis sólidos entre as cargas movimentadas. Salvador e Itajaí lidam principalmente com carga geral e têm se especializado mais neste tipo de carga no período 2000-2004. Os portos de Santos e Vitória têm em granéis sólidos e carga geral seus mais importantes tipos de carga movimentados. Entre 2000-2004 também apresentaram uma tendência de aumento da movimentação de carga geral (Tabela 2). O porto de Santos foi aquele que mais movimentou carga do tipo geral em 2004 entre os portos brasileiros; Santos respondeu por cerca de 30% da carga geral movimentada por portos brasileiros em 2004.

Tabela 2. Tipos de Carga Movimentada por Porto, 2000 e 2004 (%)

Porto	2000			2004		
	Granel Sólido	Granel Líquido	Carga Geral	Granel Sólido	Granel Líquido	Carga Geral
Belém	81,55	9,62	8,82	84,55	8,62	6,83
Fortaleza	83,45	10,92	5,63	20,54	36,54	42,93
Suape	0,00	83,41	16,59	0,00	58,03	41,97
Salvador	24,88	0,50	74,62	23,61	0,00	76,39
Aratu	13,44	86,56	0,00	12,27	87,73	0,00
Vitória	58,47	2,66	38,87	43,57	2,73	53,70
Rio de Janeiro	4,80	65,56	29,63	5,70	55,59	38,71
Sepetiba	98,70	0,00	1,30	95,81	0,00	4,19
Santos	44,57	24,75	30,68	41,26	19,98	38,76
Paranaguá	66,01	17,15	16,84	66,98	12,02	21,01
São Francisco do Sul	16,54	69,82	13,63	19,01	58,63	22,36
Itajaí	5,37	3,24	91,38	0,00	1,25	98,75
Rio Grande	50,32	26,94	22,74	55,25	17,61	27,14

Fonte: Anuário Estatístico Portuário, 2004, Antaq.

3. Revisão da Literatura

Esta seção traz uma breve discussão dos trabalhos relacionados à eficiência portuária.⁵ Trataremos apenas dos trabalhos mais recentes, os quais percebemos ser possível separar em dois grupos que diferem no conceito de eficiência que buscam medir e na técnica empregada para tal. No primeiro grupo estão os trabalhos que utilizam a abordagem de fronteira estocástica e medem, portanto, a eficiência técnica ou econômica dos portos. No segundo grupo estão trabalhos que medem a eficiência relativa dos portos, ou seja, provêm medidas comparativas entre os portos; neste grupo dois tipos de abordagem foram encontradas: *Data Envelopment Analysis* (DEA) e uma metodologia alternativa baseada na análise de dados de comércio internacional introduzida por Blonigen & Wilson (2006).

Estache *et al* (2002) ajustam um modelo de fronteira de produção estocástica para um conjunto de portos mexicanos. O objetivo é duplo: prover os encarregados de fazer a regulação do setor de uma medida da eficiência dos portos através da qual a comparação entre os portos pode ser realizada e obter a variação desta para testar os efeitos das mudanças promovidas pelo governo mexicano no setor. Os autores

⁵ González *et al* (2007) apresenta uma extensiva revisão bibliográfica do assunto, contendo inclusive um breve histórico.

utilizam dados em painel para o período 1996-1999 e estimam funções de produção do tipo *trans-log* e Cobb-Douglas.

O produto da atividade portuária é medido pelo volume de mercadorias manuseadas (em toneladas), embora os autores observem que seria mais adequado trabalhar com o porto como uma unidade produtora de múltiplos produtos, já que o manuseio de cada tipo de carga é um produto distinto e há outros serviços providos pelo porto. Os insumos da função de produção são trabalho e capital, sendo o primeiro medido pelo número de trabalhadores no porto e o segundo, pelo comprimento das docas concedidas pelo governo. Destacamos dois resultados do modelo: 1) os autores não encontraram evidências de que a fronteira de produção dos portos mexicanos no período considerado fosse estocástica; 2) olhando os resultados para a função de produção Cobb-Douglas, este conjunto de portos mexicanos apresenta retornos decrescentes a escala.

O primeiro resultado chama a atenção, pois um dos motivos de permitir que a fronteira seja estocástica é não deixar que erros de medida dos insumos comprometam os resultados da eficiência. A medida adotada por Estache *et al* (2002) do capital do porto foi escolhida de maneira arbitrária e, potencialmente, não mede fielmente este insumo. Como a fronteira estimada não é estocástica, toda diferença entre a produção do porto e a fronteira, inclusive aquela que é resultado de uma medida incorreta do capital do porto, é considerada ineficiência. Desta maneira, as estimativas de eficiência podem ter sido comprometidas.

Já o segundo resultado, evidência de retornos decrescentes de escala, aponta que congestionamentos – seja de navios a espera para entrar ou sair do porto ou das mercadorias em terra para o deixarem – restringem a produtividade do porto. Em outras palavras, os retornos a escala são decrescentes porque o espaço físico é um insumo fixo para o porto.

A metodologia de fronteira estocástica também é utilizada por Cullinane *et al* (2003) para avaliar se privatização e desregulamentação tiveram um efeito positivo sobre a eficiência dos terminais de contêineres coreanos. Os insumos considerados neste trabalho são: dois tipos de trabalho, medidos pela remuneração total dos executivos e o total de salários pagos aos empregados; e dois bens de capital, medidos pelo valor líquido do equipamento fixo, prédios e terras e pelo valor líquido do equipamento móvel e para manuseio de carga. O produto é medido pelo valor da receita da provisão dos serviços do terminal, excluindo a receita de vendas de propriedades. A forma da função de produção escolhida é Cobb-Douglas e os autores estimam um modelo com dados em *cross-section* e outro com dados em painel.

Os trabalhos descritos anteriormente analisam a questão da eficiência portuária do ponto de vista da produção. Ainda na abordagem de fronteira estocástica, Barros (2005), por outro lado, estima uma fronteira estocástica de custos para um conjunto de portos portugueses, de maneira a identificar “melhores práticas” na administração dos portos. Para tanto, Barros (2005) usa um painel de dados para dez portos portugueses cobrindo o período de onze anos (1990-2000). Seguindo a teoria econômica, a estimação da função custo requer informações sobre preços dos insumos, custo total e produção. Barros (2005) considera dois insumos, capital e trabalho, sendo o preço do primeiro aproximado pela razão dos ganhos pelo valor das propriedades e do segundo medido pela divisão do gasto total com salários pelo número de trabalhadores equivalentes. O produto é medido pelo total de carga e número de embarcações. A forma funcional escolhida por Barros (2005) é a *trans-log* e a inclusão de um termo de tendência anual permite que sejam computados separadamente três tipos de progresso técnico: *mudança tecnológica pura*, equivalente a um deslocamento da função custo na direção da origem; *mudança tecnológica não neutra*, ou seja, mudanças na sensibilidade do custo total às mudanças nos preços dos fatores; e, por fim, *mudança tecnológica relacionada ao aumento da escala*.

O problema com a abordagem de Barros (2005) é, mais uma vez, não considerar cada tipo de carga manuseada pelo porto (granel líquido, granel sólido, carga geral containerizada ou solta) e outros serviços prestados pelo porto, por exemplo, armazenagem, como produtos distintos cuja combinação ótima de fatores que minimiza o custo de produzi-los é distinta.

De forma geral, a literatura que aborda o problema de estimar a eficiência portuária através de fronteira estocástica enfrenta os seguintes problemas. Em primeiro lugar, a definição do produto da atividade portuária é problemática, mais precisamente, não há consenso sobre o que é o produto de um porto ou que medida dele deve ser usada. O ideal é, como notado, considerar diferentes produtos dos portos

separadamente. Mais ainda, a provisão de produtos da atividade portuária como a quantidade de carga manuseada ou número de contêineres carregados devem ser considerados, do ponto de vista da eficiência, no tempo.

As definições dos insumos enfrentam o mesmo problema. A omissão recorrente de uma medida de espaço físico das áreas relevantes do porto (fator terra) também é um problema dos trabalhos citados, já que este fator interfere na capacidade da produção dos portos. O problema de definir adequadamente produto(s) e insumos é agravado por outra limitação desta abordagem: o elevado volume de informações necessárias para implementá-la. Em alguns casos as restrições nas informações podem levar os autores a utilizarem medidas de insumos que de fato não contribuem para a produção daquilo que foi definido como produto.

Devemos observar ainda que o fato de um porto ser relativamente mais eficiente não significa necessariamente que sua contribuição para os custos de transporte totais de uma mercadoria será menor, tudo o mais constante. Isto porque as *hinterlands* e as *vorlands* dos portos, respectivamente, suas áreas de influência terrestre e marítima, não são sobrepostas dando margem aos portos para terem algum poder de mercado. Por isso, os portos não operam em um ambiente de concorrência perfeita, logo o preço cobrado pelo produto e o custo de produzi-lo não é mesmo, embora guardem certa relação entre si.

Tongzon (2001) aplica a metodologia de DEA a um conjunto de portos (quatro australianos e doze de outros países que lidam com carga containerizada) de maneira a obter estimativas comparáveis da eficiência destes portos para o ano de 1996. Ele supõe dois produtos, a saber, o número total de contêineres carregados e descarregados em unidades equivalentes de 20-pés (TEUs) e o número de contêineres movidos por hora trabalhada por embarcação.

Os insumos utilizados para produzir os dois produtos mencionados dividem-se em três categorias: capital, trabalho e terra. Na primeira categoria, Tongzon (2001) inclui os seguintes insumos, número de berços, guindastes e rebocadores. Como *proxy* para o trabalho, Tongzon (2001) usa o número de empregados da autoridade portuária, já que a quantidade correta (número de estivadores) é de difícil acesso. A área do terminal portuário é a medida do insumo terra. Tongzon (2001) inclui ainda o tempo de espera como um sexto fator de produção.

A escolha do autor de incluir o tempo de espera entre os insumos gera conseqüências indesejáveis tendo em vista os objetivos de seu trabalho. Um dos mais importantes resultados de uma combinação menos eficiente dos fatores “reais” de produção (capital, trabalho e terra) é o aumento relativo do tempo de espera. Isto é, um porto não é ineficiente apenas quando falha em conseguir produzir a mesma quantidade daqueles dois produtos, dispondo da mesma quantidade de fatores que os outros portos, mas também é ineficiente se, para atingir o mesmo patamar de produção dos outros sob condições idênticas, leva mais tempo na forma de tempo de espera. Se este é incluído como fator de produção, então a parcela da ineficiência atribuída a ele aparecerá no modelo como produto marginal do insumo tempo de espera. Logo, a medida estimada de eficiência não estaria completa, o que iria prejudicar a comparação entre os portos. Em outras palavras, um porto pode ser considerado relativamente mais eficiente quando na verdade não é se considerarmos o tempo de espera que impõe às embarcações.

Blonigen & Wilson (2006) partem de dados das importações dos Estados Unidos realizadas através de portos. O governo americano fornece uma estatística denominada “import charges” que é a soma dos custos incorridos para trazer as mercadorias para os EUA, excluindo as tarifas cobradas pelo governo. Este custo pode ser decomposto em três partes: 1) o custo no porto de origem, 2) frete marítimo e 3) custo do porto de destino nos EUA. Os componentes 1 e 3 são ligados à eficiência dos portos estrangeiros e norte-americanos, respectivamente.

Os autores propõem uma regressão para separar cada um destes elementos⁶. A variável dependente são as “import charges” (em logaritmo). As variáveis incluídas no modelo para separar o componente de frete marítimo das “import charges” são: logaritmo da distância em milhas náuticas entre os portos; logaritmo do peso transportado; o logaritmo da razão entre o valor em dólares e o peso comercializado, que visa capturar o custo com seguro; a porcentagem dos carregamentos entre dois portos de um produto que usa contêiner; o logaritmo do volume total (somando todos os tipos de mercadoria) transportado entre pares de portos; variáveis de interação entre a variável de contêiner, peso e valor por peso; logaritmo da

⁶ Blonigen & Wilson (2006) usam o trabalho de Clark *et al* (2004), mencionado na Introdução, como base para determinar as variáveis de controle.

diferença entre as mercadorias importadas e exportadas, quando esta diferença é positiva e zero caso contrário e logaritmo da diferença entre as mercadorias exportadas e importadas, quando esta diferença é positiva e zero caso contrário.

Para obter medidas de eficiência dos portos são adicionadas *dummies* para os portos norte-americanos (entrada) e do resto do mundo (saída). Os autores optaram por excluir a *dummy* do porto de Rotterdam e do porto de Oakland, portanto, as eficiências calculadas para os portos do resto mundo são relativas à Rotterdam e para os portos norte-americanos, em relação à Oakland.

As estimativas de eficiência portuária de Blonigen & Wilson (2006) mostram um padrão. Os portos mais eficientes são na maior parte das vezes europeus ou japoneses. Em seguida aparecem os portos de países do sudeste da Ásia, como Taiwan e Coreia do Sul. Os portos mais ineficientes são principalmente chineses ou da América Central. Três portos brasileiros aparecem na amostra: Rio Grande, Rio de Janeiro e São Paulo (provavelmente trata-se do porto de Santos). Os três mostraram-se menos eficientes do que o porto de Rotterdam. Utilizar o porto de Rio Grande ao invés de Rotterdam provoca um aumento de aproximadamente 9% nas “import charges”. No caso de Rio de Janeiro e São Paulo esta porcentagem chega a 17,4 e 19,3%, respectivamente.

Assim, como a abordagem de DEA, a metodologia sugerida por Blonigen & Wilson (2006) computa medidas relativas de eficiência. A metodologia de Blonigen & Wilson (2006) tem três vantagens sobre DEA: 1) ela considera choques estocásticos, ou seja, não está sujeita como a abordagem de DEA a classificar como ineficiência um resultado que é devido a um choque aleatório; 2) permite que sejam feitos testes estatísticos sobre os resultados; 3) a metodologia de Blonigen & Wilson (2006) utiliza dados de comércio internacional que são amplamente coletados e disponibilizados pelos governos, ao contrário, de DEA e os trabalhos que usam fronteira estocástica que necessitam de informações dos portos que, em geral, não estão disponíveis.

Embora tenha as vantagens mencionadas, o trabalho de Blonigen & Wilson (2006) apresenta falhas na econometria utilizada. Na próxima seção, estas falhas são enunciadas e uma correção é sugerida. A metodologia melhorada é então aplicada aos dados de importações brasileiras.

4. Estimação dos Custos Logísticos do Comércio Internacional Brasileiro

Nesta seção aplicaremos a metodologia de Blonigen & Wilson (2006) ao Brasil de modo a obtermos estimativas do impacto dos custos portuários no custo de transporte total e medidas relativas de eficiência portuária.

Uma rede de transporte é formada por *links*, ou ligações, vias pelas quais as mercadorias são transportadas, e nós, isto é, os pontos em que as ligações se encontram e ocorre a transferência das mercadorias entre as ligações e, geralmente, a troca da modalidade de transporte (modal). O porto é, em uma rede de transporte, o nó em que as mercadorias passam do modal terrestre para o marítimo. A grande maioria das mercadorias importadas pelo Brasil é transportada por via marítima até o país, entra por um dos portos na costa e segue por via terrestre ao seu destino; as exportações realizam o percurso no sentido inverso.

Logo, podemos separar três componentes dos custos logísticos: o custo do transporte interno, principalmente rodoviário, o custo no porto de fazer a transferência entre os modais e de armazenagem e o custo do transporte marítimo. A metodologia adotada no presente trabalho seguiu Blonigen & Wilson (2006), com alterações nos procedimentos econométricos, para separar a contribuição de cada um destes elementos para o custo de transporte.

Foram usados dados das importações brasileiras. No lugar de “import charges” utilizamos o logaritmo natural da diferença entre o valor CIF e FOB das importações. O valor CIF das importações foi obtido do Comtrade (ONU) e o FOB do MDIC. Os dados do Comtrade são detalhados por país de origem e tipo de mercadoria, mas agregados para o Brasil; enquanto que as informações do MDIC estão desagregadas por país de origem, tipo de mercadoria e estado de destino no Brasil. Para conformar as duas fontes, na base de dados do MDIC, para cada país de origem das importações brasileiras e tipo de mercadoria, calculamos a proporção delas que se dirigia a cada estado. Usamos esta proporção para desagregar os dados do Comtrade.

O valor CIF inclui o valor do bem na transação, o valor dos serviços prestados para levar o bem até a fronteira do país exportador e o valor dos serviços necessários para levar os produtos da fronteira do país exportador para a fronteira do país importador. O valor FOB, por sua vez, inclui o valor do bem na transação e o valor dos serviços prestados para levar o bem até a fronteira do país exportador. Logo, a diferença entre o valor CIF e FOB de um bem importado é igual ao custo de levá-lo da fronteira do exportador à do importador, que deve conter um componente de custo do porto de origem, frete marítimo e custo associado ao porto de destino.

Não tivemos acesso à informação do porto de procedência da importação apenas do país de origem, por isso não temos como incluir uma *dummy* para o porto de origem da maneira feita em Blonigen & Wilson (2006). Admitimos que o componente devido ao porto de origem no exterior faça parte do custo de levar as mercadorias até a fronteira do país exportador e, portanto, tenha sido eliminado pelo cálculo da diferença CIF-FOB. O custo de transporte interno – custo de levar a mercadoria da fronteira do Brasil, ou seja, do porto de entrada, até o local de consumo – não está presente, consequentemente não é preciso incluir variáveis de controle para ele.

As observações são caracterizadas por quatro elementos: estado no Brasil de destino (índice r), país de origem (índice s), tipo de mercadoria importada (Sistema Harmonizado, seis dígitos, índice i) e porto de entrada (índice p). Portanto, a variável dependente, que iremos denotar por y_{irsp} , é o custo de levar a mercadoria i – importada pelo estado r – da fronteira do país exportador s ao porto p no Brasil, que inclui o frete marítimo e o custo portuário. Coletamos dados do ano de 2002 para aqueles treze portos brasileiros já mencionados (Rio Grande, Itajaí, São Francisco do Sul, Paranaguá, Santos, Vitória, Sepetiba, Rio de Janeiro, Salvador, Aratu, Suape, Fortaleza e Belém). A equação que desejamos estimar é:

$$y_{irsp} = \mathbf{x}_{irsp}\boldsymbol{\beta} + \varepsilon_{irsp} \quad (1)$$

onde \mathbf{x}_{irsp} é o vetor de variáveis explicativas incluindo as variáveis de controle para o custo do frete marítimo e as *dummies* portuárias, $\boldsymbol{\beta}$ o vetor de parâmetros e ε_{irsp} um termo de erro aleatório. A seguir, descrevemos as variáveis explicativas.

A função custo do transporte marítimo possui uma parcela fixa e outra variável. Os custos fixos incluem os custos de capital (pagamento do armador para efetuar a compra da embarcação) e gastos fixos, por exemplo, gastos com a tripulação, manutenção e seguros. Os custos variáveis incluem os gastos com combustíveis e os chamados gastos de escala (custo das operações portuárias).⁷ As variáveis (em logaritmo natural) peso importado em kg ($Lnkg$) e distância euclidiana em km do porto de desembarque no Brasil ao país de origem dos bens ($Lndist_parceiro$) foram inseridas com a intenção de captar a parcela variável dos custos do transporte marítimo; o sinal esperado é positivo para ambas.

As variáveis $Lnvolume$ e $Sqlnvolume$, respectivamente o logaritmo natural do volume total de mercadorias transportadas do país de origem das importações ao porto de destino no Brasil e seu quadrado, têm por objetivo representar as economias de escalas decorrentes da existência de custos fixos. Conforme o volume de bens transportados aumenta, a existência de custos fixos implica em redução no custo médio, possibilitando redução do custo de frete. Por isso esperamos que $Lnvolume$ tenham um sinal negativo. Por outro lado, dada a capacidade dos portos brasileiros e das companhias de transporte marítimo, o aumento da procura por transporte entre um país estrangeiro e um dos portos leva a problemas de congestionamento. Sendo assim, incluímos $Sqlnvolume$, cujo sinal esperado é positivo.

Como notado acima, a variável dependente não incorpora o custo de transportar a mercadoria importada do porto ao estado de destino final. Mesmo assim, optamos por incluir também a distância entre ao estado importador e o porto de importação ($Lndist_uf$ e $SqLndist_uf$) de forma a capturar externalidades de proximidade, ou seja, as variações no poder de barganha em função da proximidade em relação ao porto. Outro fator que influencia o custo do frete marítimo é o custo com seguro; para captar este componente

⁷ Vieira (2003, pp. 83-84).

incluímos a variável *Lnvalor/peso* e, como o seguro aumenta com o valor unitário da mercadoria transportada, *Lnvalor/peso* deve ter sinal positivo.

Além destas variáveis incluímos *dummies* para o tipo de mercadoria e para o porto (parte do custo variável denominada de custo de escala). Para os tipos de mercadoria usamos a classificação dos capítulos da Nomenclatura Comum do Mercosul (NCM). A intenção ao incluir *dummies* para as mercadorias foi controlar para os efeitos da especialização dos portos e dos diferenciais dos custos de transportar certas mercadorias devido a características inerentes a elas. A *dummy* de mercadoria escolhida para ficar ausente do modelo foi a do capítulo correspondente aos cereais. As *dummies* dos portos captam o diferencial de custo específico de cada porto. Optamos por omitir a *dummy* para o porto de Santos, de modo que o coeficiente da *dummy* de um porto *p* qualquer multiplicado por 100 seja interpretado como a variação percentual nos custos de importar uma mercadoria de um dado país estrangeiro para certo estado no Brasil pelo porto *p* em relação ao custo de importá-la pelo porto de Santos.⁸

Até este ponto seguimos Blonigen & Wilson (2006) com diferenças apenas devido à disponibilidade de dados. No entanto, já apontamos que esta metodologia possui dois problemas: endogeneidade e viés de seleção da amostra. Começamos tratando do primeiro. A quantidade importada depende do próprio custo dos portos que está incorporado na variável dependente, sendo assim, as variáveis *Lnkg*, *Lnvolume*, *Sqlnvolume* e *Lnvalor/peso*⁹ são endógenas. Logo, podemos separar o vetor $\mathbf{x}_{irsp}\boldsymbol{\beta}$ em dois componentes:

$$\mathbf{x}_{irsp}\boldsymbol{\beta} = \mathbf{z}_{1irsp}\boldsymbol{\delta} + \mathbf{y}_{2irsp}\boldsymbol{\alpha} \quad (2)$$

O vetor \mathbf{z}_{1irsp} contém as variáveis exógenas: *Lndist_parceiro*, *Lndist_uf*, *Sqlndist_uf*, e as *dummies* para o tipo de mercadoria; e \mathbf{y}_{2irsp} contém as variáveis endógenas listadas. Logo, a equação (1) pode ser reescrita como:

$$y_{1irsp} = \mathbf{z}_{1irsp}\boldsymbol{\delta} + \mathbf{y}_{2irsp}\boldsymbol{\alpha} + \varepsilon_{irsp} \quad (1')$$

O passo seguinte consiste em encontrar variáveis instrumentais para as variáveis endógenas. O modelo gravitacional de comércio internacional tem grande sucesso empírico em explicar o volume de comércio entre dois países [ver Leamer e Levinsohn (1995)]. Além disso, diferentes teorias de comércio internacional dão suporte ao modelo gravitacional de modo que supor sua válida não apresenta restrição sob este ponto de vista [ver Evenett e Keller (1998) para fontes sobre este tema]. Em razão destes predicados, assumimos que \mathbf{y}_{2irsp} é explicado por um modelo gravitacional:

$$\mathbf{y}_{2irsp} = \mathbf{z}_{irsp}\boldsymbol{\delta}_2 + \mathbf{v}_{2irsp} \quad (4.3)$$

A matriz \mathbf{z}_{irsp} , seguindo a literatura de modelos gravitacionais, inclui as variáveis em \mathbf{z}_{1irsp} mais as variáveis logaritmo natural do PIB per capita do estado de destino no Brasil das mercadorias e seu quadrado (respectivamente, *Lnpib_uf* e *Sqlnpib_uf*), o logaritmo natural do PIB do país de origem e seu quadrado (respectivamente, *Lnpib_parceiro* e *Sqlnpib_parceiro*), e o logaritmo natural da população e área do país de origem (respectivamente, *Lnpop_parceiro* e *Lnárea_parceiro*); assim, podemos dividir \mathbf{z}_{irsp} em dois termos: $\mathbf{z}_{irsp}\boldsymbol{\delta}_2 = \mathbf{z}_{1irsp}\boldsymbol{\delta}_{21} + \mathbf{z}_{2irsp}\boldsymbol{\delta}_{22}$; $\boldsymbol{\delta}_2$ é a matriz de coeficientes e \mathbf{v}_{2irsp} é um vetor de termos aleatórios. Portanto, podemos usar as variáveis em \mathbf{z}_{2irsp} como instrumentos.

⁸ A forma precisa formalmente de interpretar os coeficientes das *dummies* dos portos seria calcular seu exponencial. A maneira descrita no texto, e da qual nos utilizamos ao longo do trabalho, é uma aproximação.

⁹ As *dummies* dos portos também são variáveis endógenas visto que a escolha do porto pelo qual a importação ocorre também depende dos custos dos portos. Trataremos deste problema em conexão com a questão correlata de viés de seleção da amostra.

Agora, trataremos do problema de viés de seleção da amostra. Os custos portuários determinam qual porto será a via de entrada das mercadorias ou que alguns portos não serão usados para certos fluxos. Por exemplo, considere o problema de uma firma ou agente no estado r do Brasil que deseja importar um bem do país estrangeiro s . Para tanto, a firma ou agente deve escolher o(s) porto(s) por onde o bem deve entrar no Brasil. Dado a quantidade importada, as características da carga etc. têm-se para cada porto o custo de importá-la. Para alguns portos, o custo da firma ou agente no estado r importar o bem do país s será tão elevado que eles não serão utilizados como via de entrada. Assim, no conjunto de transações entre estados brasileiros e países estrangeiros através de um porto estão ausentes aquelas para as quais o custo do porto foi tão elevado que fez os agentes escolherem outro(s) porto(s). Seguindo este raciocínio, podemos afirmar também que as *dummies* para os portos são variáveis endógenas.

Seja y_{3irsp} uma variável binária igual a 1 caso o porto p for usado pelo estado r para importar a mercadoria i do país s ; e 0, caso contrário. Assim, acrescentamos mais treze equações, sendo uma para cada um dos treze portos na amostra:

$$y_{3irsp} = 1 \quad (z_{irsp}\delta_{3p} + v_{3p} > 0) \quad (4)$$

Heckman (1979) demonstra que o viés de seleção da amostra equivale ao viés de omissão de variável relevante e que é possível corrigir este problema acrescentando a equação a ser estimada λ_{irsp} , a razão inversa de Mills, cuja fórmula é dada por:

$$\lambda_{irsp} = \frac{\phi(-z_{irsp}\delta_{3p}/\sigma_{3p}^{1/2})}{[1 - \Phi(-z_{irsp}\delta_{3p}/\sigma_{3p}^{1/2})]}, \quad (5)$$

onde $\phi(\cdot)$ e $\Phi(\cdot)$ são as funções densidade e distribuição da normal padrão e σ_{3p} é a variância de v_{3p} .

A razão inversa de Mills pode ser obtida através da estimação de um modelo *probit*, por sua vez, é obtida a partir da estimação de um modelo *probit*. Wooldridge (2002) consolida um procedimento para lidar com o problema de estimar um modelo com variáveis explicativas endógenas e viés de seleção que utiliza dois estágios de mínimos quadrados e o procedimento de Heckman (1979) para corrigir viés de seleção de amostra. As hipóteses necessárias para realizar o procedimento sugerido por Wooldridge (2002) são: (a) (z, y_3) é sempre observado, (y_1, y_2) são observados quando $y_{3irsp} = 1$; (b) (ε, v_{3p}) é independente de z , para todo p ; (c) v_{3p} tem distribuição normal padrão, para todo p ; (d) $E(\varepsilon/v_{3p}) = \gamma \cdot v_{3p}$, para todo p ; (e) $E(z'v_2) = 0$.

Admitindo as hipóteses (a)-(e) o procedimento descrito por Wooldridge (2002) para estimar o modelo tem dois passos:

Passo 1. Obtenha δ_{3p} de um *probit* de y_{3irsp} em z , e calcule a razão inversa de Mills (λ_{irsp}), para todo p .

Passo 2. Usando a amostra em que (y_1, y_2) é observado, estime a equação:

$$y_{1irsp} = z_{1irsp}\delta + y_{2irsp}\alpha + \gamma\lambda_{irsp} + erro_{irsp} \quad (6)$$

por dois estágios de mínimos quadrados usando como instrumentos $(z_{irsp}, \lambda_{irsp})$.

Aplicamos este procedimento ao modelo que desejamos estimar. Devido ao uso de variáveis estimadas os desvios padrões estimados são inválidos [Pagan (1984)]. Para contornar este problema tivemos que usar a técnica de *bootstrapping*. Na próxima seção os resultados são apresentados.

4.1. Resultados¹⁰

O primeiro resultado que apresentamos são os coeficientes estimados dos *probits* realizados no *Passo 1* (Tabela 3), pois eles fornecem indícios interessantes acerca do que influencia a probabilidade da escolha do porto por onde a importação das UFs brasileiras realizam-se.

Ao analisar os coeficientes dos *probits* temos que ter em mente que eles não informam o impacto marginal de variações na variável explicativa sobre a probabilidade de uso do porto, apenas o sentido deste impacto. A probabilidade do porto de Itajaí ser utilizado aumenta conforme o PIB da UF importadora e do país exportador cresce; a distância em relação ao parceiro (país exportador) não afeta a probabilidade da escolha deste porto, mas o coeficiente da distância à UF é estatisticamente significativo e negativo, indicando que quanto mais distante a UF de destino das importações menor a probabilidade de Itajaí ser utilizado.

A probabilidade do porto de Santos ser utilizado na importação é menor quanto maior for o PIB da UF importadora e do país de origem das mercadorias importadas. O coeficiente da variável $LN(\text{Distância ao parceiro})$ é significativo e tem sinal positivo, contrariando o resultado esperado. Já o coeficiente de $LN(\text{Distância à UF})$ é significativo e negativo.

A escolha do porto de Paranaguá como via de entrada é positivamente afetada pelo PIB do país exportador e negativamente afetada pelo PIB da UF importadora. As variáveis de distância em relação ao parceiro e à UF foram significantes e tiveram os sinais esperados, ou seja, negativos.

O coeficiente da variável $LN(\text{PIB Parceiro})$ não é significativo para o porto de Rio de Janeiro, enquanto que o coeficiente de $LN(\text{PIB UF})$ é significativo e positivo. As variáveis de distância em relação ao parceiro e à UF foram significantes, mas com sinais positivos.

A escolha do porto de Sepetiba é negativamente afetada pelo PIB e distância do país de origem das importações. O PIB da UF de destino das importações afeta positivamente a probabilidade do uso de Sepetiba, enquanto que a distância da UF não foi estatisticamente significativa.

Nenhuma das variáveis referentes ao país de origem dos bens importados foi estatisticamente significativa para explicar a probabilidade do porto de Rio Grande ser usado, com exceção da distância que teve o sinal positivo. Quanto maior o PIB da UF de destino da importação menor é a probabilidade do porto de Rio Grande ser a via de entrada das mercadorias. O Rio Grande do Sul é o principal usuário dos serviços do porto de Rio Grande; em conformidade com este dado, o coeficiente de $LN(\text{Distância à UF})$ é estatisticamente significativo e negativo.

O PIB do parceiro não é estatisticamente significativo para explicar o uso do porto de Salvador, mas a população é e tem sinal positivo. O PIB da UF de destino das importações foi estatisticamente significativo e positivo. As variáveis de distância foram estatisticamente significantes para este porto, sendo que o aumento da distância ao parceiro reduz a probabilidade de Salvador ser o porto utilizado, enquanto que esta probabilidade é positivamente relacionada à distância em relação à UF. Mais uma vez, este resultado contraria a intuição e o fato de que o estado da Bahia é o principal usuário deste porto.

A escolha do porto de São Francisco do Sul é negativamente influenciada pelo PIB do parceiro e da UF. Os coeficientes das variáveis de distância são estatisticamente significantes, mas positivos.

Quanto maior o PIB do país de origem das importações maior é a probabilidade do porto de Vitória ser utilizado para este comércio. Por outro lado, o PIB da UF de destino das importações afeta negativamente a escolha deste porto. A distância do porto de Vitória ao parceiro foi significativa e teve sinal negativo como esperado, mas a distância do porto à UF, embora significativa, exibiu sinal positivo.

A probabilidade do porto de Aratu ser utilizado é menor quando o PIB do país de origem das importações é maior e não é afetada pelo PIB da UF de destino das importações. O coeficiente da variável

¹⁰ Em todos os resultados apresentados nesta seção furtamo-nos a exibir aqueles ligados às *dummies* para o tipo de mercadoria importada por uma questão de conveniência, dado que se tratam de mais de noventa coeficientes, embora asseguramos que estas variáveis foram inseridas em todas as regressões.

$LN(\text{Distância ao parceiro})$ é significativa e negativo, indicando que a proximidade em relação à origem da importação é um fator que afeta positivamente a escolha deste porto. A variável $LN(\text{Distância à UF})$ não foi estatisticamente significativa.

Nenhuma das variáveis referentes ao país de origem das importações foi significativa para explicar a probabilidade da escolha do porto de Suape. Quanto as variáveis relativas às UFs de destino da importação, o PIB da Uf tem efeito positivo sobre a probabilidade da escolha deste porto e a distância do porto à UF impacta positivamente a probabilidade de sua escolha.

O PIB do parceiro e da UF foram significantes e negativos na equação para probabilidade da escolha do porto de Fortaleza. A variável $LN(\text{Distância ao parceiro})$ não foi estatisticamente, mas $LN(\text{Distância à UF})$ foi significativa e positiva, mostrando que quanto maior a distância da UF ao porto de Fortaleza maior a probabilidade deste ser escolhido.

Por fim, os resultados para o porto de Belém indicam que a probabilidade deste porto ser escolhido para a realização de uma importação aumenta conforme o país de origem tem um PIB maior e cai conforme o PIB da UF de destino é maior. A distância ao país de origem afeta negativamente a probabilidade de escolha deste porto, enquanto que a distância à UF tem impacto positivo sobre a escolha.

A partir dos *probits*, obtivemos as razões inversas de Mills (IMR) e as inserimos na estimação da equação (6) como sugerido por Wooldridge (2002). Os resultados estão na Tabela 4, onde incluímos também estimações sem o uso do estimador de Heckman (modelo 1) para mostrar o efeito do viés de seleção. Comparando os dois modelos, vemos que os coeficientes das variáveis de controle para o frete marítimo são significantes, têm o sinal esperado e não sofrem grandes alterações quando introduzimos o estimador de Heckman.

Tabela 4 Resultados: Medidas de Eficiência Portuária Relativa(P-valor entre parênteses), *continua*

<i>Variável</i>	<i>Modelo (1)</i> [♦]	<i>Modelo (2)</i> [♠]
<i>Lnkg</i>	0,7602* (0,0000)	0,8824* (0,0000)
<i>Lnvolume</i>	-0,2725* (0,0000)	-0,3239** (0,0384)
<i>Sqlnvolume</i>	0,0092 (0,0000)	0,0104* (0,0332)
<i>Lnvalor/peso</i>	0,5075* (0,0000)	0,6830* (0,0000)
<i>Lndist_parceiro</i>	0,3422* (0,0000)	0,3242* (0,0000)
<i>Lndist_uf</i>	0,1528* (0,0000)	0,0983** (0,0101)
<i>Sqlndist_uf</i>	-0,0222* (0,0000)	-0,0150* (0,0070)
Itajaí	-0,0438 (0,3160)	0,0457 (0,4707)
Paranaguá	-0,0851* (0,0010)	0,0354 (0,2591)
Rio de Janeiro	-0,0364 (0,2060)	0,0619 (0,1464)
Sepetiba	-0,1274* (0,0030)	-0,0257 (0,5303)
Rio Grande	0,0055 (0,7170)	-0,0069 (0,8192)
Salvador	0,0825* (0,0010)	0,0514 (0,4458)
São Francisco do Sul	-0,1447* (0,0000)	-0,0516 (0,2995)
Vitória	0,0214 (0,2820)	0,0274 (0,2762)
Aratu	0,6739* (0,0000)	0,4454* (0,0002)
Suape	-0,0496 (0,2340)	-0,0397 (0,5593)
Fortaleza	0,1164* (0,0000)	0,0805 (0,1638)
Belém	-0,2790* (0,0010)	-0,3912* (0,0009)

♦ Estimação por variáveis instrumentais, sem o estimador de Heckman.

♠ Estimação por variáveis instrumentais, com o estimador de Heckman.

* significante a 1%.

** significante a 5%.

*** significante a 10%.

Fonte: estimação própria.

Tabela 4 Resultados: Medidas de Eficiência Portuária Relativa
(P-valor entre parênteses), *final*

<i>Variável</i>	<i>Modelo (1)</i> [♦]	<i>Modelo (2)</i> [▲]
	-	-0,0436*
IMR Itajaí		(0,0003)
	-	0,0349***
IMR Santos		(0,0517)
	-	0,0363*
IMR Paranaguá		(0,0090)
	-	-0,0266
IMR Rio de Janeiro		(0,5381)
	-	0,1697*
IMR Sepetiba		(0,0081)
	-	-0,0270***
IMR Rio Grande		(0,0694)
	-	0,1460***
IMR Salvador		(0,0699)
	-	0,0014
IMR São Francisco do Sul		(0,9439)
	-	-0,0594***
IMR Vitória		(0,0632)
	-	-0,1359***
IMR Aratu		(0,0898)
	-	-0,0413
IMR Suape		(0,1561)
	-	0,0313***
IMR Fortaleza		(0,0612)
	-	-0,0755*
IMR Belém		(0,0000)

♦ Estimação por variáveis instrumentais, sem o estimador de Heckman.

▲ Estimação por variáveis instrumentais, com o estimador de Heckman.

* significante a 1%.

** significante a 5%.

*** significante a 10%.

Fonte: estimação própria.

Tomando o modelo 2 como referência, tecemos as seguintes considerações. Como era de se esperar, o custo do frete marítimo aumenta quando o peso transportado é maior. Cada 1% de aumento na quantidade transportada, medida em kg, provoca um aumento no frete de 0,88%. O coeficiente negativo da variável *Lnvolume*, i.e. o volume total de mercadorias transportadas entre o porto de desembarque no Brasil e o país de origem das importações, suporta a hipótese de economias de escala no transporte marítimo. O incremento do fluxo de mercadorias de um país estrangeiro para um dos portos da amostra pode elevar o frete marítimo devido à deseconomias de congestionamento, como é indicado pelo coeficiente positivo da variável *Sqlnvolume*.¹¹

O volume considerado é unilateral, ou seja, somente no sentido do país estrangeiro para o porto no Brasil. O custo do transporte marítimo geralmente eleva-se se há um desequilíbrio no fluxo em uma rota, por exemplo, se mais mercadorias chegam a um porto *p* vindas de um país *s* do que são exportadas através de *p* para *s*, porque isto implica que os navios terão que operar relativamente mais vazios em um dos sentidos. Um elevado volume em um sentido apenas, como o estamos medindo, pode afetar positivamente o custo com frete marítimo porque implicitamente significa que há a possibilidade de desequilíbrio no fluxo em uma rota. Esta é outra razão, além de deseconomias de congestionamento, para o sinal negativo de *Sqlnvolume*.

¹¹ A importância econômica deste resultado pode ser vista a partir do trabalho de Behrens *et al* (2006) o qual constrói um modelo teórico para mostrar como a geografia econômica interna de dois países é relacionada devido ao que os autores denominam (des)economias de densidade, isto é, (aumento) redução no custo de transporte provocada pelo aumento do volume transportado.

O custo de transporte marítimo também cresce com a distância em relação ao parceiro, como era de se esperar, já que um dos principais componentes do custo variável desta atividade, o gasto com combustíveis, aumenta com a distância a ser percorrida. Se um estado r importando uma mercadoria i de um país s através do porto p decidir passar a comprá-la de um país s' localizado a uma distância 1% menor do que o país s do porto p , o custo com transporte marítimo cai aproximadamente 0,32%. Um componente importante do frete marítimo é o seguro; mercadorias com maior valor unitário, em geral, estão sujeitas à cobrança de um seguro mais elevado. A variável $Lnvalor/peso$, a razão entre o valor FOB (US\$) e o peso (kg) de fluxo de importação, captura este componente do frete marítimo. O sinal positivo e significativo de $Lnvalor/peso$ reflete a correlação positiva entre seguro e valor unitário da mercadoria.

As variáveis $Lndist_{uf}$ e $SqLndist_{uf}$ representam, respectivamente, o logaritmo natural da distância em relação ao estado de destino das mercadorias e seu quadrado. A lógica para a adição destas variáveis é de que a proximidade em relação ao porto de desembarque traz vantagens ao importador tais como contato face-a-face ou experiência que agilizam e barateiam o desembaraço dos bens. Por outro lado, a proximidade excessiva pode ter efeito negativo sobre o custo de transporte, pois implica em preferência em relação ao uso de determinados portos ou rigidez para alterar o porto de desembarque. Para captar esta relação possivelmente não linear incluímos não só $Lndist_{uf}$ como também seu quadrado, $SqLndist_{uf}$. Os coeficientes estimados para $Lndist_{uf}$ e $SqLndist_{uf}$ são significativos e, respectivamente, positivo e negativo confirmam a possibilidade da existência desta relação não linear.

Finalmente, chegamos ao objeto deste estudo, a contribuição dos portos ao custo de transporte associado às importações brasileiras e a comparação de sua eficiência relativa. Isto é feito através da análise dos coeficientes das *dummies* que indicam qual porto foi utilizado. Como indicado acima, optamos por omitir o coeficiente da *dummy* referente ao porto de Santos. O coeficiente da *dummy* para um porto p deve ser interpretado como a variação percentual, dividida por 100, que o custo de transporte referente à importação do bem i pelo estado r proveniente do país s sofreria se o porto de desembarque fosse p e não Santos.¹²

Observamos que apenas dois coeficientes são estatisticamente significativos: aqueles referentes aos portos de Aratu e Belém. No caso do primeiro, os resultados mostram que ele é relativamente menos eficiente do que Santos. Se certa mercadoria i , oriunda do país s e destinada à UF r utilizar o porto de Aratu ao invés do porto de Santos, o custo de transporte cresce aproximadamente 44,5%, somente devido à mudança de porto. O segundo, Belém, mostrou-se mais eficiente em relação ao porto de Santos. O custo de transporte associado à importação de uma dada mercadoria sofre uma redução de quase 40% quando Belém é o porto de entrada ao invés de Santos.

Na Tabela 6, também podem ser vistos os coeficientes das razões inversas de Mills de cada porto incluídas na estimação com o intuito de corrigir o problema de viés de seleção da amostra. Observe que apenas dois dos treze coeficientes não são estatisticamente significativos, o que é um indicio de viés de seleção. Esta noção é aprofundada quando comparamos os coeficientes das *dummies* para os portos no modelo sem correção (Modelo 1) e com correção (Modelo 2) para viés de seleção. No Modelo 1, sete das doze *dummies* portuárias são estatisticamente significativas, sendo que quatro mostraram sinal negativo, ou seja, os portos são relativamente mais eficientes do que Santos (Paranaguá, Sepetiba, São Francisco do Sul e Belém); e três apresentaram coeficientes positivos, a saber, Salvador, Aratu e Fortaleza.

Após realizar a correção para o viés de seleção da amostra, notamos que nenhum dos coeficientes dos portos que não eram estatisticamente significativos (Itajaí, Rio de Janeiro, Rio Grande, Vitória e Suape) passou a ser significativo. Por outro lado, os portos de Paranaguá, Sepetiba, São Francisco do Sul deixaram de ser mais eficientes em relação a Santos, enquanto que Salvador e Fortaleza deixaram de ser menos eficientes em relação a Santos.

No caso dos portos de Paranaguá, Sepetiba e São Francisco do Sul, a ausência na amostra das informações sobre o custo de transporte para realizar importações através destes portos quando este custo é relativamente mais elevado induz o resultado de que eles seriam mais eficientes quando comparados ao porto de Santos. O inverso ocorre com Salvador e Fortaleza, a falta de observações referentes ao custo de importar mercadoria por Santos faz este parecer relativamente mais eficiente do que aquele. Feitas as

¹² O exponencial das *dummies* para os portos menos um é a expressão matemática precisa da variação percentual no custo de transporte decorrente da mudança do porto de entrada. A interpretação sugerida no texto é uma aproximação.

devidas correções, os resultados permitem concluir que, aparte as exceções já assinaladas, os portos podem ser considerados neste estudo não apresentaram diferenciais de eficiência relevantes em 2002.

5. Conclusões

O comércio internacional brasileiro depende fundamentalmente dos portos. A via marítima é a principal via de transporte das exportações e importações do país. No entanto, o sistema portuário do Brasil exibe um atraso em relação aos outros países do mundo, especialmente em relação a outros países em desenvolvimento como Coréia do Sul, México e Argentina. Isto afeta a competitividade das empresas instaladas no Brasil e causa perdas à economia.

O marco regulatório do setor portuário vem sendo modificado de forma a aumentar a eficiência do setor e superar esta restrição ao crescimento da economia. Destacamos três momentos da reforma do setor portuário: 1) a extinção da Portobrás, que desde 1975 administrava os portos brasileiros diretamente ou indiretamente através de companhias subsidiárias ou concessões estaduais e privadas; 2) a promulgação da Lei 8.630/93, conhecida como “Lei de Modernização dos Portos”, que visa promover a descentralização do setor, permitir a entrada de recursos privados, estimular investimentos no setor, promover a concorrência e adequar o quantitativo da mão-de-obra aos novos padrões tecnológicos, entre outros; e 3) a criação do GEMPO – Grupo Executivo para Modernização dos Portos – com a finalidade de acelerar a implementação da Lei 8.630/93.

Na busca por aumentar a eficiência do setor portuário, é importante que a agência reguladora disponha de medidas para monitorar os portos, isto é, ela deve dispor de meios de avaliar o desempenho dos portos. Há uma literatura crescente preocupada em atender esta demanda. Alguns trabalhos, como Estache *et al* (2002), Cullinane *et al* (2003) e Barros (2005), utilizam a metodologia de fronteira estocástica que os permite comparar a performance dos portos com padrões técnicos ou comportamentais. Esta metodologia tem algumas deficiências, mais especificamente, a necessidade de um volume grande de dados de acesso difícil e problemas de definições dos insumos e produtos das atividades portuárias.

Outros trabalhos procuram medidas de eficiência relativa dos portos, ou seja, obter medidas dos custos dos portos e as comparar para, desta forma, poder ordená-los. Os trabalhos utilizando DEA fazem parte desta literatura, porém eles ainda possuem a desvantagem da literatura de fronteira estocástica de necessitar de um volume elevado de dados de acesso difícil. Uma segunda abordagem, dentro deste grupo de trabalhos que procura superar esta desvantagem foi apresentada por Blonigen & Wilson (2006)¹³, consiste em separar através de uma regressão econométrica a variação dos custos de comércio internacional em seus componentes devida ao porto de origem, frete marítimo e porto de destino.

Neste trabalho, desenvolvemos a metodologia de Blonigen & Wilson (2006), corrigindo-a em dois pontos em que a metodologia original apresentava falhas seguindo os procedimentos descritos por Wooldridge (2002) para estimar modelos deste tipo. A primeira destas falhas foi não considerar que algumas das variáveis explicativas, como a quantidade e volume transportados, dependem da variável dependente, o custo de transporte, ou seja, que algumas variáveis são endógenas. Corrigimos este problema introduzindo instrumentos para as variáveis endógenas; os instrumentos utilizados são variáveis que fariam parte de um modelo gravitacional de comércio.

A segunda falha diz respeito ao viés de seleção que a amostra possui, já que há somente informação sobre comércio através de um porto quando isto é observado, o que ocorre apenas quando o custo de importar através deste porto é menor do que certo nível. Introduzimos o estimador de Heckman [Heckman (1979)] para lidar com este problema. O estimador de Heckman requer que utilizemos um modelo *probit* para estimar a probabilidade de um porto ser utilizado para certo comércio. Os *probits* estimados por si só são interessantes na medida em que nos revelam alguns dos fatores determinantes da escolha dos portos.

Em particular, destacamos a importância da distância em relação à UF de destino e ao país de origem das importações como variáveis explicativas da probabilidade de escolha do porto. Vimos que a opção por alguns portos dá-se em função de sua proximidade à UF de destino das importações, mesmo que isto

¹³ O volume de dados na abordagem de Blonigen & Wilson (2006) também é elevado, mas o acesso às informações necessárias é mais fácil, pois se tratam de dados de comércio internacional que os países geralmente compilam e disponibilizam.

acarrete ganho de custo em função do aumento da distância entre o país de origem dos bens importados e o porto escolhido. Neste grupo de portos vimos que figuram Santos, Rio Grande e Itajaí. Identificamos também um segundo grupo de portos cuja opção por seu uso está ligada a sua proximidade em relação ao país de origem dos bens importados, mesmo quando isto aumenta os custos com o transporte do porto à UF onde ocorre o consumo final. Nesse grupo de portos encaixaram-se Salvador, Vitória, Aratu, Fortaleza e Belém.

Aplicamos a metodologia melhorada para as importações brasileiras que são realizadas por um conjunto de treze portos e, através dela, obtivemos estimativas da variação do custo de importação decorrente da mudança do porto de desembarque. Notamos que os portos estudados não diferem quanto a sua eficiência, com exceção dos portos de Aratu e Belém, respectivamente menos e mais eficiente do que Santos. Uma das descobertas importantes é que este resultado só é obtido quando levamos em consideração o viés de seleção da amostra, isto é, a falta de observações referentes aos custos de realizar certa importação por todos os portos devida ao não uso de alguns dos portos para o comércio considerado.

Os resultados permitem ainda analisar as características do transporte marítimo, ao menos daquele que realiza as importações brasileiras. Como esperávamos, o frete marítimo é positivamente correlacionado à quantidade transportada, ao valor do seguro – aproximado pela razão valor da carga/peso da carga – e à distância em relação ao parceiro comercial.

Chamamos a atenção para a existência de economias de escala no transporte marítimo, isto é, a queda no custo decorrente do aumento do volume total transportado entre um porto e um país. Notamos também que as economias de escala podem vir a se tornar deseconomias de escala devido a congestionamento ou desequilíbrio no comércio. Observamos que os importadores mais próximos dos portos têm vantagens na negociação do frete marítimo, conseguindo uma tarifa menor. Porém, o excesso de proximidade reduz o poder de barganha e pode aumentar o custo de transporte marítimo.

Além do interesse nos resultados, o aprimoramento da metodologia é uma contribuição deste trabalho, como os próprios resultados mostraram. Esta metodologia poderia ser replicada para uma amostra maior de portos e para vários anos de informação de modo a traçar a evolução da eficiência relativa permitindo o monitoramento dos portos ou avaliar o impacto de políticas voltadas ao aumento da eficiência portuária. Isto é de particular interesse da recém criada Secretária Especial de Portos, vinculada diretamente ao Presidente, que tem como uma de suas atribuições “promover a execução e a avaliação de medidas, programas e projetos de apoio ao desenvolvimento da infra-estrutura portuária marítima e dos portos outorgados às companhias docas”¹⁴. Este trabalho indica ainda a linha que os projetos da referida Secretaria deve seguir. O resultado encontrado de que os portos na amostra não apresentam diferenças de eficiência e as evidências citadas no texto que apontam que os portos brasileiros são menos eficientes quando comparados a portos estrangeiros sugerem que a questão da eficiência portuária no Brasil não deve ser pensada individualmente para cada porto, mas há um problema comum a todos eles. Em outras palavras, é um problema do setor, requerendo, portanto, uma política nacional setorial.

Bibliografia

- Barros, C. P. “Decomposing Growth in Portuguese Seaports: A Frontier Cost Approach”. *Maritime Economics & Logistics*. 7, p. 297-315. 2005.
- Behrens, K., C. Gaigné, Ottaviano I. P., J. Thisse. “How density economies in international transportation link the internal geography of trading partners”. *Journal of Urban Economics*. Vol. 60, p. 248-263, 2006.
- Blonigen, B. A., W. W. Wilson. “New measures of port efficiency using international trade data”. *NBER Working Paper Series*, n. 12052, 2006.
- BNDES. *Cadernos de Infra-Estrutura: Arrendamentos portuários*. Março, 2001.
- Campos Neto, C. A. S. “Portos Brasileiros: área de influência, ranking, porte e principais produtos movimentados”. *Texto para Discussão n. 1164*, IPEA, fevereiro, 2006.

¹⁴ Medida provisória no. 369, de 7 de maio de 2007.

- Clark, X., D. Dollar, A. Micco. "Port efficiency, maritime transport costs, and bilateral trade". *Journal of Development Economics*. Vol. 75, p. 417-450. 2004.
- Cullinane, K. P. B., D. W. Song. "A Stochastic Frontier Model of the Productive Efficiency of Korean Container Terminals". *Applied Economics*. Vol. 35, p. 251-267, 2003
- Estache, A., M. González, L. Trujillo. "Efficiency Gains from Port Reform and the Potential for Yardstick Competition: Lessons from Mexico". *World Development*, Vol. 30, No. 4, p. 545-560. 2002.
- Evenett, S. J., W. Keller. "On theories explaining the success of the gravity equation". *NBER Working Paper Series*, n. 6529, april, 1998.
- Frink, C., A. Mattoo, I. C. Neagu. "Trade in international maritime service: how much does policy matter?". *The World Bank Economic Review*. Vol. 16, n. 1, p. 81-108, 2002.
- Global Competitiveness Report 2006-2007*. Palgrave, Macmillan, 2006.
- González, M. M., L. Trujillo. "Efficiency Measurement in the Port Industry: A Survey of the Empirical Evidence". *Mimeo*. 2007.
- Heckman, J. "Sample Selection Bias as a Specification Error". *Econometrica*, 47, p. 153-161. 1979.
- Hummels, D. "Time as a trade barrier". *Working paper*. 2001. (disponível em <http://www.mgmt.purdue.edu/faculty/hummelsd/research.htm>)
- Leamer, E., J. Levinsohn. "International trade theory: the evidence", in G. M. Grossman e K. Rogoff (eds.), *Handbook of International Economics*, vol. 3, Elsevier, Amsterdam.
- Pagan, A. "Econometric Issues in the Analysis of Regressions with Generated Regressors". *International Economic Review*, 25(1), 221-47. 1984.
- Redding, S., e A. J. Venables. "Economic geography and international inequality". *CEP Discussion Paper*, 495, London School of Economics. 2001.
- Tongzon, J. "Efficiency measurement of selected Australian and other international ports using data envelopment analysis". *Transportation Research Part A*. 35, p. 107-122. 2001.
- Vieira, G. B. B. *Transporte Internacional de Cargas*. São Paulo: Aduaneiras. 2003.
- Wooldridge, J. M. *Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data*. Cambridge, Massachusetts: MIT Press, 2002.

Tabela 3. Modelos Probit da Probabilidade do Porto ser Utilizado

Porto	Constante	LN(PIB Parceiro)		LN(POP Parceiro)		LN(ÁREA Parceiro)		LN(PIB UF)		SQLN(PIB UF)		LN(Distância ao parceiro) UF		SQLN(Distância à UF)	
Itajaí	15,6080*	0,4365***	-0,0084**	0,0789*	-0,0053	-0,6959*	0,0206**	0,01469*	-5,9049*	0,4280*					
Santos	46,8850*	-0,6245*	0,0123*	-0,0966*	-0,0052	-3,2663*	0,0938*	0,0650*	-3,1562*	0,2342*					
Paranaguá	25,2261*	0,8580*	-0,0169*	0,0750*	0,0050	-1,8557*	0,0496*	-0,0570**	-6,2048*	0,4351*					
Rio de Janeiro	-52,3547*	0,1562*	-0,0016	-0,0413*	0,0311*	5,5607*	-0,1572*	0,1168*	0,0764*	-0,0752*					
Seteiba	-29,1236*	-0,5515***	0,0114**	0,0919*	-0,0048	4,2187*	-0,1180*	-0,3762*	-0,2199	-0,0196					
Rio Grande	79,9447*	-0,4062	0,0062	0,0313	-0,0043	-1,1863**	0,0378**	0,0860**	-18,7244**	1,2859*					
Salvador	88,8122*	0,5787	-0,0107	0,1487*	-0,1390*	-10,2101*	0,2845*	-0,7793*	1,7340*	-0,2869*					
S. F. do Sul	58,8418*	-1,3414*	0,0235*	0,2437*	-0,0352**	-6,2836*	0,1599*	0,1290*	5,9394*	-0,5681*					
Vitória	-5,3468	1,6253*	-0,0299*	0,1024*	-0,0760*	-0,9737**	0,0134	-0,3868*	0,9693*	-0,1902*					
Aratu	83,6351**	-2,3148*	0,0404*	0,1852	0,0066	-6,5717	0,1888***	-0,5575**	0,7725	-0,1538					
Suaape	47,2681*	0,2209	-0,0036	0,0101	0,0001	-5,5723*	0,1564*	0,0127	0,2678*	-0,1170*					
Fortaleza	69,4867*	-1,0183**	0,0162**	0,2197*	-0,0143	-6,1766*	0,1728*	-0,1067	0,4937*	-0,1483*					
Belém	-63,5817*	5,6654*	-0,1030*	0,3459*	-0,2274*	-2,4393*	0,0792*	-0,7442*	4,8186*	-0,5585*					

* significativo a 1%.

** significativo a 5%.

*** significativo a 10%.

Fonte: estimação própria.

