



ESTA PUBLICAÇÃO  
FOI PRODUZIDA  
EM PARCERIA COM  
COPPE-UFRJ



RELATÓRIO

2017

BR

# MEDIDAS BASEADAS NO MERCADO NO TRANSPORTE MARÍTIMO DAS EXPORTAÇÕES BRASILEIRAS

E potenciais impactos sobre economia nacional



# FICHA TÉCNICA

WWF-Brasil

Diretor-geral: Mauricio Voivodic

Programa Mudanças Climáticas e Energia

André Costa Nahur – coordenador

Mark William Lutes – especialista de Clima

Alessandra da Mota Mathyas – analista de conservação

Eduardo Valente Canina – analista de conservação

Ricardo Junqueira Fujii – analista de conservação

Rafael Ferraz – analista de conservação

Renata Camargo – analista de conservação

Bruna Mello de Cenço – analista de comunicação

Juliana Marinho Pires de Freitas – analista de comunicação

Evelin Karine Amorim Morais – administrativo-financeiro

Lídia Maria Ferreira Rodrigues – administrativo-financeiro

Agradecimento especial:

Carlos Rittl

Equipe Técnica Coppe RJ

Roberto Schaeffer (Coordenador)

Alexandre Szklo (Coordenador)

Régis Rathmann

Isabella Vaz Leal da Costa

Bruno Soares Moreira Cesar Borba

# **MBM NO TRANSPORTE MARÍTIMO DAS EXPORTAÇÕES BRASILEIRAS E POTENCIAIS IMPACTOS SOBRE A ECONOMIA NACIONAL**

Market Based Measures in Maritime Transport of Brazilian  
Exports: Potential Impacts on Brazil's Economy

## **Coordenação**

Prof. Roberto Schaeffer  
Prof. Alexandre Salem Szklo

**WWF-Brasil**

**Brasília, abril de 2017**

# SUMÁRIO

<b>APRESENTAÇÃO / FOREWARD</b>	<b>5</b>
<b>SUMÁRIO EXECUTIVO</b>	<b>8</b>
<b>EXECUTIVE SUMMARY (English)</b>	<b>14</b>
<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>20</b>
<b>1. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS</b>	<b>30</b>
1.1. Compatibilização, atualização e projeção da matriz insumo-produto	32
1.1.1. Bases conceituais da análise insumo-produto	32
1.1.2. Fontes de dados, premissas e procedimentos utilizados na atualização da matriz insumo-produto do Brasil (MIP Brasil)	34
1.1.3. Premissas e procedimentos utilizados na projeção da matriz insumo-produto do Brasil (MIP Brasil) para 2011	40
1.2. Elasticidades preço da demanda para os principais produtos da pauta de exportações do Brasil	41
1.3. Identificação de fatores de emissão de CO <sub>2</sub> para o transporte dos principais produtos da pauta de exportações do Brasil	43
1.4. Impactos sobre a competitividade industrial advindos da aplicação da política carbono-restritiva	47
<b>2. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	<b>57</b>
1.5. Estrutura econômica e implicações dos indicadores dos segmentos exportadores do Brasil	58
1.6. Impactos diretos e indiretos da taxaço de carbono sobre o bunker marítimo para os segmentos exportadores e a economia brasileira	67
1.7. Limitações metodológicas	82
1.8. Pontos de atenção	84
<b>3. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>93</b>
<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>96</b>
<b>ANEXO 1: INDICADORES DE VULNERABILIDADE COMERCIAL E ESTRUTURA ECONÔMICA</b>	<b>103</b>

# APRESENTAÇÃO / FOREWARD



A comunidade internacional tem lutado para encontrar formas de regular as emissões de CO<sub>2</sub> do transporte marítimo internacional e garantir que o setor contribua de forma justa para a redução global das emissões. Tal como a aviação internacional, o setor não está incluído nas Contribuições Nacionalmente Determinadas (NDCs) no âmbito do Acordo de Paris. Isso porque os dois são inerentemente internacionais e as emissões ocorrem em viagens entre países, sendo, em muitos casos, em águas internacionais.

O uso de Medidas Baseadas no Mercado (MBMs) é uma abordagem cada vez mais utilizada em todo o mundo para controlar as emissões de gases de efeito de estufa. As MBMs podem assumir várias formas, incluindo sistemas de *cap and trade* e impostos ou taxações sobre emissões, o que pode precificar as emissões de carbono. Essas medidas foram discutidas por cerca de uma década no Comitê de Proteção ao Meio Ambiente Marinho (MEPC) da Organização Marítima Internacional (OMI) até as discussões serem "suspensas até uma sessão futura" no MEPC 65, de maio de 2013.

O presente estudo foi preparado no início de 2013 e teve como intuito contribuir para o que era, na época, uma discussão em andamento sobre MBMs. Quando a consideração formal de MBMs foi suspensa, este material foi arquivado e não foi oficialmente publicado. No entanto, os acontecimentos recentes deram a este estudo uma relevância renovada. No MEPC70, em outubro de 2016, as Partes decidiram retomar a discussão de novas medidas de controle de gases de efeito estufa e chegaram a acordo sobre uma estratégia inicial para redução de emissões em 2018. Isso gerou um renovado interesse em nosso estudo. Os autores e o WWF receberam vários pedidos pelo relatório completo. Como resultado, decidimos publicá-lo agora.

O presente estudo é uma tentativa pioneira de analisar os impactos do preço do carbono para a navegação internacional na economia brasileira, com foco na exportação de cinco commodities - minério de ferro, soja, derivados de petróleo, açúcar e café. As conclusões são insumos úteis para a consideração de Medidas Baseadas no Mercado para o transporte marítimo internacional e para quaisquer outras medidas que afetem o custo do transporte marítimo. No entanto, este estudo foi limitado pela natureza do modelo econômico disponível ao autor. O acesso a um modelo de equilíbrio geral global resultaria em resultados mais robustos. Os autores e o WWF estão atualmente estudando a possibilidade de novas pesquisas relacionadas a medidas de controle de emissões marítimas, no contexto desta nova discussão dentro do MEPC.

***Andre Nahur, Coordenador do Programa Mudanças Climáticas e Energia***

The international community has struggled to find ways to regulate CO<sub>2</sub> emissions from international maritime transport, and ensure this sector makes a fair contribution to global emission reductions. This sector, like international aviation, are not included in Nationally Determined Contributions (NDCs) under the Paris Agreement, because the sectors are inherently international and emissions take place on trips between countries, and in many cases on international waters.

One approach to controlling emissions that is increasingly being used worldwide to regulate greenhouse emissions is the use of Market Based Measures (MBMs) which can take various forms, including cap and trade systems and emission taxes or levies which can put a price on carbon emissions. Such measures were discussed for around a decade under the Marine Environmental Protection Committee (MEPC) of the International Maritime Organization (IMO), before the discussions were “suspended to a future session” at MEPC 65 in May of 2013.

The present study was prepared in early 2013 and intended as a contribution to the then ongoing discussion of MBMs. When the formal consideration of MBMs was suspended, this study was shelved, and was not officially published at the time. However, recent developments have given this study a renewed relevance. At MEPC70 in October 2016, parties decided to resume the discussion of new measures to control GHGs, and agree on an initial strategy for reduction of greenhouse gases in 2018. This has led to a renewed interest in our study, and the authors and WWF have received several requests for the complete study. As a result, we decided to publish it now.

The current study is a pioneering attempt to analyse the impacts of carbon pricing for international shipping on Brazil’s economy, focused on exports of five commodities – iron ore, soybean, petroleum products, sugar and coffee. The findings are useful inputs to consideration of market based measures for international shipping, and in fact any measures that impact the cost of shipping. However, this study was limited by the nature of the economic model available to the author, and access to a global general equilibrium model would yield more robust results. The authors and WWF are currently exploring the possibility of further research related to measures to control shipping emissions, in the context of the renewed discuss under the MEPC.

***Andre Nahur, Climate and Energy Director***

# SUMÁRIO EXECUTIVO





Em um contexto ainda difuso no que se refere à adoção de um regime de mitigação global, tem-se defendido a implementação de metas setoriais de redução de emissões de GEE. A Organização Marítima Internacional (IMO) defende a adoção de medidas baseadas em mercado (MBM) para incentivar a redução de emissões de gases de efeito estufa (GEE) por parte do transporte marítimo internacional.

Argumenta-se que a adoção de MBMs, tais como sistemas de cap-and-trade e/ou taxação de carbono sobre este modal de transporte, incentivam a redução de emissões, ao mesmo tempo em que geram recursos financeiros significativos, que poderiam ser usados para diferentes propósitos. Entre estes se inclui o financiamento de ações de adaptação e mitigação em países em desenvolvimento. Todavia, a imposição de metas de redução de emissões atribuiria um custo carbono aos segmentos voltados ao comércio internacional de bens transportados por navios, conseqüentemente afetando a economia. Este é o caso dos países em desenvolvimento, tal qual o Brasil, que são fortemente dependentes do comércio exterior, tanto para a estabilidade cambial, quanto para a geração de riqueza na economia.

Partiu-se da premissa de que a imposição de um regime mandatório de mitigação das emissões sobre o transporte marítimo, relativos às exportações do Brasil, teria seu cumprimento flexibilizado através de um regime de taxação de carbono, que atingiria o combustível da frota mercantil, no caso o bunker marítimo. Como o segmento opera com margens estreitas, no equilíbrio o custo carbono seria transmitido ao exportador (produtor) ou ao importador (consumidor). Considerando a primeira hipótese, dependendo da margem do produtor e do preço do carbono, seria observável uma perda de competitividade das exportações brasileiras frente a competidores que possuem uma maior proximidade aos principais mercados consumidores. No segundo caso, a transmissão do custo carbono ao consumidor, dependendo da elasticidade-preço do mercado, poderia amenizar o impacto de perda de competitividade. Portanto, foram testados os limites superior e inferior de impactos da taxação sobre as exportações e a economia brasileira.

Para testar essas hipóteses foram mensurados os impactos da adoção de um MBM, no caso a taxação de carbono de transporte marítimo global, para a economia e para as exportações brasileiras. Tratou-se de verificar em que medida a imposição de

um custo carbono sobre a atividade de transporte marítimo afetaria a competitividade dos principais segmentos exportadores e, por transmissão, as demais atividades da economia brasileira.

A análise considerou que a taxaço de carbono afetaria, exclusivamente, os segmentos exportadores brasileiros. Ou seja, a hipótese testada foi a de que a taxaço seria aplicada nacionalmente, e, portanto, não afetaria os produtores competidores dos exportadores brasileiros. Trata-se, portanto, de uma análise bastante conservadora, em que se considera que uma taxaço de carbono sobre o bunker não afetaria, isonomicamente, todos os exportadores de commodities. E, neste sentido, seus resultados tanto indicam vulnerabilidades dos exportadores brasileiros (e da economia nacional) à taxaço do bunker marítimo, quanto apontam a necessidade de um acordo realmente global para garantir que os efeitos da taxaço de bunker não gerem distorçoões no comércio internacional.

Note-se que as propostas para medidas de mercado em discussão no âmbito da IMO contemplam mecanismos globais, os quais teriam incidência sobre todos os países exportadores de produtos transportados por navios. Em tese, a aplicação de um MBM global implicaria, frente a competidores com desvantagens competitivas, em ganho de mercado para as exportações brasileiras. Portanto, os impactos para a economia brasileira seriam inferiores aos apontados por este estudo.

Foram analisados os 6 principais produtos da pauta de exportações do Brasil em 2011, quais sejam: 1) minério de ferro não aglomerado, 2) óleos brutos de petróleo, 3) outros grãos de soja, 4) açúcar de cana bruto, 5) minério de ferro aglomerado, e 6) café não torrado em grão. A análise de competitividade, e de impactos sobre/para a economia brasileira, baseou-se nos seguintes agregados econômicos: 1) lucratividade, 2) valor adicionado, 3) renda, e 4) empregos.

A partir de uma base matricial (matriz IO da Brasil - MIP Brasil), bem como das contas nacionais e estatísticas oficiais relativas às exportações, foi atualizada, para posteriormente ser projetada para 2011, a MIP Brasil. Em seguida, de forma a testar a hipótese do repasse do sobre custo do frete para o consumidor final, foram obtidas elasticidades-preço da demanda referenciais para os principais produtos/atividades exportadoras do Brasil. Além disso, foram identificadas as principais rotas de comércio

dos produtos relevantes de exportação, procedimento que permitiu identificar os fatores de emissão por tonelada-quilômetro para os produtos selecionados, bem como potenciais ganhos de eficiência que reduziriam os fatores de emissão por tipo de navio empregado no transporte dessas mercadorias. Para estimar os impactos da taxaço, ora denominado “custo carbono”, foram considerados as seguintes taxas de carbono: a) US\$ 30,00/tCO<sub>2</sub> (Cenário A), 2) US\$ 50,00/tCO<sub>2</sub> (cenário B), e c) US\$ 12,00/tCO<sub>2</sub> (cenário C). Finalmente, foram simuladas novas matrizes insumo-produto considerando o choque proveniente das diferentes taxas de carbono, o que permitiu estimar efeitos deste MBM sobre a competitividade das exportações (impactos diretos) e a economia brasileira (impactos indiretos). Ademais, foram simuladas novas matrizes considerando o efeito amenizatório da introdução de ganhos de eficiência no transporte marítimo.

Concluiu-se que a aplicação de uma taxaço de carbono sobre transporte das exportações brasileiras teria um impacto significativo sobre os diferentes agregados setoriais apenas em patamares de preço de carbono substancialmente superiores àqueles verificados atualmente. Ao preço de carbono de US\$ 12,00/tCO<sub>2</sub>, que é substancialmente superior ao atual nível de preços do mercado europeu, as exportações e a economia brasileira não seriam significativamente impactadas por uma taxaço de carbono.

Aos preços de US\$ 30,00 e US\$ 50,00/tCO<sub>2</sub>, e considerando a hipótese de transmissão do sobrecusto da taxaço integralmente para o produtor, as exportações de soja, açúcar e café seriam negativamente impactadas, sobretudo em termos de lucratividade. Todavia, impende destacar que dadas atuais condições de mercado, especificamente no que se refere às margens das atividades açucareira e de sojicultura, em cenário intermediário de taxa de carbono (US\$ 30,00/tCO<sub>2</sub>), este impacto poderia ser absorvido. Isto pode significar que em um cenário menor de preços de petróleo o impacto sobre a lucratividade seria menor, porém, para fazer esta afirmação seria necessário elucidar:

- i) A relação do preço do petróleo com preço do bunker marítimo.
- ii) A relação entre o preço do bunker, e o custo do frete marítimo internacional de mercadorias.
- iii) A correlação entre o preço do bunker e o tipo de carga transportada.

- iv) A relação do preço do petróleo com preço da commodity comercializada via exportação.

Constatou-se, ainda, uma potencial redução na geração de empregos diretos e indiretos advindos da adoção da taxaço nos segmentos do açúcar, café e soja. Ainda que com relação à massa empregada na economia brasileira, assim como nos próprios segmentos, os impactos relativos fossem pouco significativos, tal aspecto poderia servir de barreira à adoção de metas de redução de emissão por essas atividades. Isto é verdade, desde que a taxaço de carbono de bunker não impacte também a competitividade de exportadores competidores dos exportadores brasileiros. Todavia, observou-se ao longo da última década um acentuado incremento na receita das exportações dos segmentos analisados neste estudo, a qual, mesmo, se depreciando significativamente, permitiria que os produtores que desejem reinvestir esses recursos em mão-de-obra, protejam a perda de empregos na economia brasileira.

Como a proteção à perda de empregos em função do aumento com as receitas de exportação seria uma decisão tomada em nível privado, seria desejável a ação governamental através da utilização de mecanismos de política pública. Assim, testou-se o efeito da reciclagem com a arrecadação obtida com a taxaço de carbono nos segmentos abrangidos por esse MBM. Concluiu-se que a reciclagem da taxa de carbono, dentro dos segmentos analisados nesse estudo, seria uma política eficaz para a geração de postos de trabalho, sobretudo se empregada em segmentos que possuíssem maiores multiplicadores totais de emprego.

A reciclagem da taxaço de carbono poderia ser vinculada não diretamente à minimização dos impactos sobre agregados macroeconômicos (por exemplo, nível de empregos da economia). Os recursos poderiam ser destinados ao financiamento de ações de mitigação e adaptação às mudanças climáticas, que além de mitigar emissões poderiam, indiretamente, resultar na amenização dos impactos da taxaço sobre a competitividade das exportações e a economia brasileira. Por exemplo, a destinação de recursos para a promoção de investimentos em eficiência energética, bem como para a expansão do modal ferroviário, mitigariam emissões e diminuiriam os custos de exportação das commodities brasileiras, *ceteris paribus*, resultando em um aumento da lucratividade nestes segmentos. Portanto, a vinculação dos recursos da taxaço poderia,

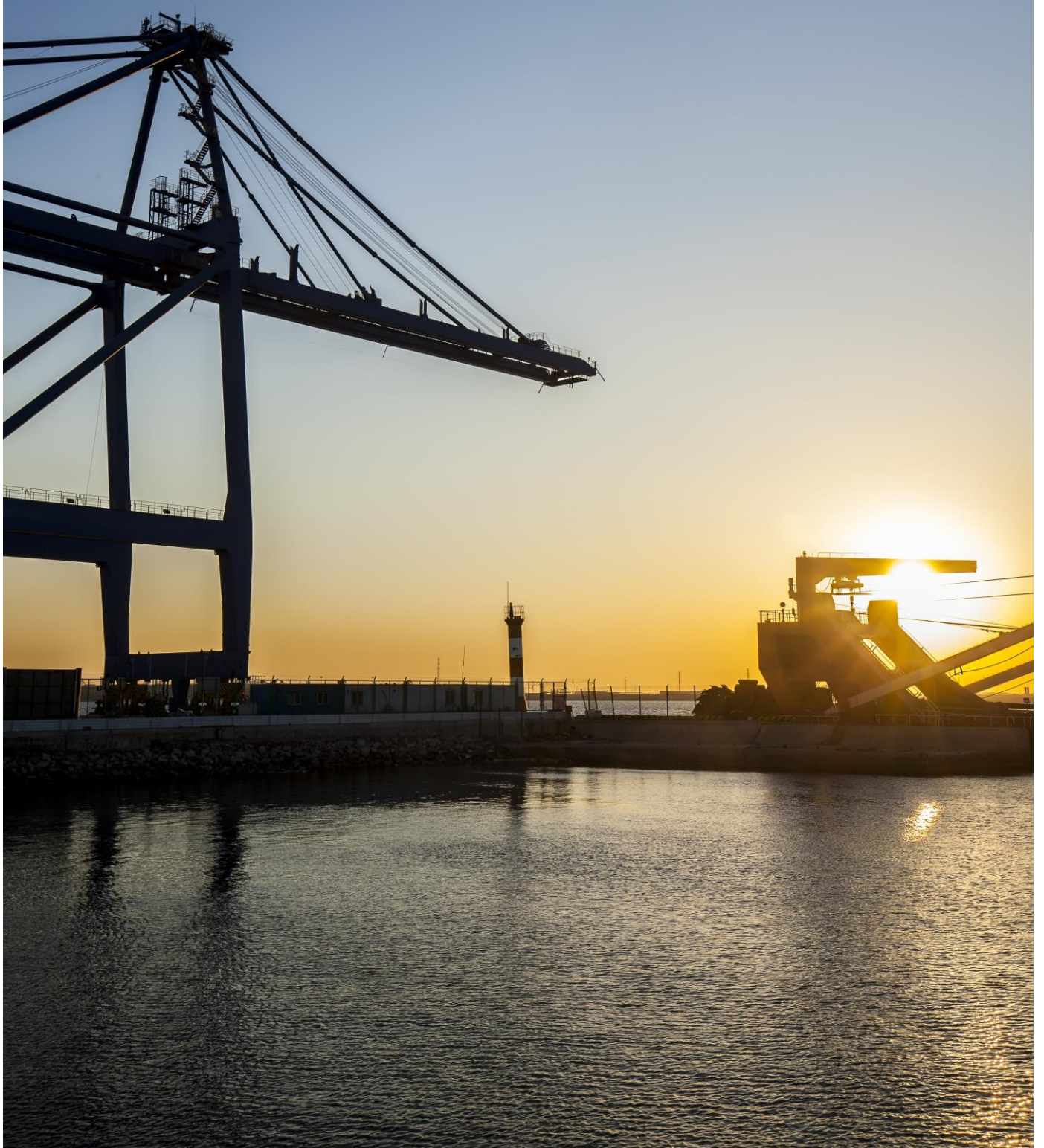
no médio e longo prazo, resultar na obtenção de vantagens competitivas para os principais segmentos exportadores do Brasil, estimulando com isso a geração de empregos na economia.

Ainda, outras políticas domésticas poderiam ser empregadas quando as exportações de um determinado produto nacional perdessem competitividade internacional. Para tanto é necessário estudar:

- i. Em que medida o efeito sobre o açúcar poderia levar a uma maior conversão de etanol.
- ii. No caso da soja, o efeito de uma perda de competitividade das exportações em termos de uma maior destinação do óleo de soja para produção de biodiesel.
- iii. No caso do café, uma mudança do uso do solo para outras culturas com maior rentabilidade.

Todos esses aspectos, além de amenizar o impacto sobre os agregados analisados neste estudo, poderiam promover a eficiência da atividade econômica. Portanto, todos os efeitos de segunda ordem, decorrentes da aplicação de uma política de taxaço sobre o transporte marítimo, necessitam ser mais bem estudados, porque dependem de outros fatores, tais como, por exemplo, a política atual de tributação de combustíveis automotivos no Brasil.

# EXECUTIVE SUMMARY (English)



In the still uncertain evolution of the global climate change mitigation regime, sectoral emission reduction targets have been proposed for international maritime transport and aviation sectors. Market Based Measures (MBMs) have been proposed under the International Maritime Organization (IMO) to provide incentives for the reduction of greenhouse gas emissions from the international maritime transport sector.

Advocates of MBMs such as cap and trade systems or carbon taxes argue that they provide incentives to reduce emissions while at the same time generating significant financial resources that can be used for different purposes. These purposes include financing adaptation and mitigation actions in developing countries. Adoption of emission reduction targets would mean that sectors reliant on international trade in goods transported by ships would be affected by a carbon price on shipping emissions, which would have economic impacts. This would affect developing countries like Brazil, which are highly dependent on international trade both for exchange rate stability and for generation of economic wealth.

This study starts from the premise that a binding global emissions reduction regime for maritime transport, which covers ships carrying Brazilian exports, will involve flexibility mechanisms that put a price on carbon on fuels from the shipping fleet, in this case maritime bunkers fuels. Since the sector operates with narrow margins, at equilibrium the carbon price will be passed on either to exporters (producers) or importers (consumers). If passed on to producers, depending on their profit margins and the carbon price, the competitiveness of Brazilian exports will be reduced compared to competitors that are closer to the principal consumer markets. If the cost of the carbon price is passed on to consumers, the loss of competitiveness can be reduced, depending on the market price elasticity. Thus study analyzes the upper and lower limits of the impacts of an MBM for maritime transport on exports and the Brazilian economy.

To test these hypotheses, this study analyzed the impacts on the Brazilian economy and exports of an MBM that puts a carbon price on emissions from global maritime transport. The objective was to examine to what extent a carbon price on

international maritime transport would affect the competitiveness of the principal exporting sectors, and by extension, other Brazilian economic activities.

The analysis was based on the assumption that the carbon price would affect only Brazilian exports. That is, that hypothesis tested was that the carbon price would be applied only to ships carrying Brazilian exports, and thus would not affect competitors to Brazil's exporters. This means that it is a very conservative analysis, in that it assumes that the carbon price on bunker fuels would not be applied to all shipping or all commodity exports. The results indicate vulnerabilities of Brazilian exports (and of the Brazilian economy) to a carbon price on bunker fuels, as well as the need for a truly global agreement to ensure that the effects of an MBM do not generate international trade distortions.

It was noted that the MBM proposals being discussed under the IMO involve global mechanisms, which would have incidence on all countries with seaborne exports. In theory, the application of a global MBM would result in increased market share for Brazilian exports compared to competitors with competitive disadvantages. Thus, the impacts on the Brazilian economy would be lower than those identified in this study.

Brazil's 6 leading export products in 2011 were analyzed, which include: 1) non-agglomerated iron ore, 2) crude oil, 3) soybean, 4) raw sugar, 5) iron ore pellets, and 6) un-roasted coffee beans. The analysis of competitiveness and impacts on the Brazilian economy are based on the following economic factors: 1) profitability, 2) value added, 3) income, and 4) employment.

Drawing on a Brazilian input-output matrix (MIP Brasil), as well as national accounts and official export statistics, the MIP Brasil was updated and then extended to 2011. Next, to test the hypothesis that increased freight costs would be passed on to the end consumer, the reference demand price elasticities for the principal Brazilian export products/activities were obtained. Also, the principal trade routes for the relevant export products were identified. This procedure enabled the identification of emission factors per tonne-kilometer for the selected products, as well as potential efficiency gains that would reduce the emission factors per type of ship used to transport these goods. To estimate the impacts of the carbon pricing, the following carbon prices were used: a) US\$ 30.00/tCO<sub>2</sub> (scenario A), 2) US\$ 50.00/tCO<sub>2</sub> (scenario B), and c) US\$



12.00/tCO<sub>2</sub> (scenario C). Finally, new input-output matrices were simulated based on the shock from different carbon prices, which allows the estimation of effects of the MBM on competitiveness of exports (direct exports) and the Brazilian economy (indirect exports). In addition, new matrices were simulated taking into account the reduced impact resulting from the introduction of efficiency gains in shipping.

The study demonstrates that the application of a carbon price to transport of Brazilian exports would only have a significant impact on the different sectoral indicators if the carbon price was substantially higher than the current level. At a carbon price of US\$ 12.00/tCO<sub>2</sub>), substantially higher than current European prices, exports and the Brazilian economy would not be significantly affected by an MBM.

At a price of US\$ 30.00 and US\$ 50.00/tCO<sub>2</sub>, and assuming that costs are passed on entirely to the producer, exports of soybean, sugar and coffee would be negatively impacted, especially in terms of profitability. Under current market conditions, particularly in terms of the profit margins on the sugar and soybean sectors, at an intermediate carbon price level (US\$ 30.00/tCO<sub>2</sub>), this impact could be absorbed. This could indicate that in a context of lower oil prices, the impact on profitability would be lower, but this would require consideration of:

- v) The relation between crude oil prices and the price of maritime bunker fuels.
- vi) The relation between bunker fuel prices and international freight rates.
- vii) The correlation between bunker fuel prices and the type of cargo shipped.
- viii) The relation between oil prices and the price of commodities exported.

There is also a potential reduction in the generation of direct and indirect jobs resulting from shipping MBMs in the sugar, coffee and soybean sectors. In relation to total employment in the Brazilian economy, as in the sectors themselves, even though the impacts are minimal, the results could serve as arguments to oppose the adoption of emissions reduction measures for these activities. This would be valid as long as the carbon price on bunker fuels does not affect the competitiveness of the exports of the competitors of Brazilian exporters. However, over the last decade exports from the sectors analyzed have expanded sharply, so even if there is some drop,

producers that wish to would be able to reinvest some of these resources in employment, and prevent the loss of jobs in the Brazilian economy.

Since prevention of job losses as a function of the increased export revenues would be a decision taken in the private sector, government actions through the use of public policy instruments could also be desirable. This study analyzed the effect of recycling the revenue obtained from a carbon price back into the sectors affected. It was found that the recycling of revenue from carbon pricing back into the sectors analyzed in this study would be an effective job creation measure, especially in those sectors with the greatest job multiplier effect.

Revenue from a carbon tax could be reinvested in Brazil in ways that reducing impacts on the macroeconomic indicators (for example overall employment levels). The resources could be used to finance climate change mitigation and adaptation actions, which along with reducing emissions could indirectly result in minimizing the impacts of carbon pricing on competitiveness of exports and the Brazilian economy. For example using the resources to make investments in energy efficiency, such as expanding rail transport infrastructure in Brazil for instance, would mitigate emissions and reduce the costs of exporting Brazilian commodities, resulting, *ceteris paribus*, in increased profitability in these sectors. Therefore, earmarking the resources from carbon pricing could, in the medium and long term, result in competitive advantages for Brazil's principal exporting sectors, thus stimulating job creation in the economy.

Other domestic policies could also be created when exports of specific products lose competitiveness internationally. As a basis for such decisions it is necessary to study:

- iv. To what extent the impact on sugar exports could lead to greater conversion to ethanol.
- v. In the case of soybean, the effect any reduced competitiveness of exports in increased use of soy oil for production of biodiesel.
- vi. For coffee, change in land use to other crops with greater profitability.

All these factors, along with minimizing the impact on the indicators analyzed in this study, could improve the efficiency of economic activity. All the second order effects resulting from the application of carbon pricing to maritime transport would require

more study, because they depend on other factors such as for example the current motor fuel taxation policy in Brazil.

# INTRODUÇÃO



A partir da adesão e, sobretudo, da entrada em vigor do Protocolo de Kyoto em 2005, muitos países passaram a conformar sua política climática com vistas a estabelecer medidas que viabilizassem o cumprimento do acordo. Os países da União Europeia (UE) foram precursores na adoção de uma política climática mandatária (EC, 2007), e de um mercado de carbono (em inglês, *European Union Emission Trading Scheme* – EU ETS). Entretanto, o efeito de qualquer tratado climático internacional, para fins de estabilização dos efeitos das mudanças climáticas globais (MCG), é limitado sem a participação dos maiores emissores de gases de efeito estufa (GEE). Neste caso, destacam-se China e Estados Unidos da América (EUA), que foram responsáveis, no ano de 2008, por cerca de 40% das emissões mundiais de GEE (IEA, 2011; UNFCCC, 2012a).

Ainda que persistam dúvidas no que tange à inserção destes países em um acordo global vinculante para o cumprimento de metas de redução das emissões, é perceptível sua mudança de postura a esse respeito. Junto à 17ª Conferência das Partes (COP17), realizada em Durban, na África do Sul, no final de 2011, a maioria dos países (excetuando-se os EUA, por exemplo) se mostraram a favor da adoção de um acordo carbono-restritivo que seria aplicável a todos, a partir de 2020. Na COP18, realizada em Doha, no Qatar, prorrogou-se o Protocolo de Kyoto até 2020, quando o compromisso de redução das emissões global do novo acordo deve entrar em vigor<sup>1</sup> (IPAM, 2012; UNFCCC, 2012b). Por sua vez, o Brasil assumiu, desde a COP15, realizada em Copenhague / Dinamarca, em 2009, por meio do Plano Nacional de Mudanças Climáticas (PNMC), metas voluntárias de mitigação para suas emissões de GEE (MMA, 2008; UNFCCC, 2010a e 2010b).

Em grande medida, esta mudança de postura passa pela constatação de que os compromissos de redução de emissões de GEE, assumidos junto ao Protocolo de Kyoto, são insuficientes para a estabilização da concentração de gases poluentes na atmosfera. Ainda que tal constatação seja consensual, as negociações para o clima têm revelado uma assimetria de posicionamento dos países perante a adoção de compromissos vinculantes de mitigação. Partindo do princípio da “responsabilidade comum, mas diferenciada”, em geral, de um lado se colocam grande parte dos países desenvolvidos, favoráveis à adoção de compromissos mandatários de mitigação, e de outro, a maioria

---

<sup>1</sup> Exceção feita ao Canadá, Japão e Rússia, que são contrários à prorrogação de Kyoto.

dos países em desenvolvimento, a favor da adoção de metas mandatórias para os países desenvolvidos do Anexo I, e voluntários para países em desenvolvimento (DALKMANN e BINSTED, 2010; VIOLA, 2010).

Em um contexto ainda difuso no que se refere à adoção de um regime de mitigação global, têm surgido propostas que visam reduzir, transversalmente, as emissões de determinados setores econômicos (BARON et al., 2008; SCHMIDT et al., 2008; KIM e HIROKI, 2008; MECKLING e CHUNG, 2009; IMO, 2011). Exemplo entre estas propostas é a do setor de transporte marítimo internacional, o que ensejou através do Comitê de Proteção do Meio Marítimo (MEPC) da Organização Marítima Internacional (IMO), a criação de um grupo especializado, em medidas baseadas em mercado (MBM-EG), para avaliar a viabilidade e potenciais impactos econômicos de opções de redução de emissões de GEE (IMO, 2011).

Trata-se de um segmento significativo do ponto de vista das emissões globais decorrentes da queima de combustíveis fósseis, que deriva, sobretudo, da combustão de bunker marítimo para movimentação de cargas em navios mercantis. Segundo PURVIS e GRAUSZ (2012), a atividade marítima internacional foi, em 2011, responsável pela emissão de 870 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub>. Ou seja, o transporte marítimo internacional representa, atualmente, em torno de 2,7% das emissões mundiais de CO<sub>2</sub> provenientes da queima de combustíveis fósseis (PURVIS e GRAUSZ, 2012).

Embora sejam esperadas melhorias de eficiência energética, a IMO projeta que as emissões de CO<sub>2</sub> do transporte marítimo internacional irão crescer entre 10-26% até 2020, e entre 126-218% até 2050. Entre tais melhorias pode-se citar a utilização de motores mais eficientes, associada com reduções significativas de velocidade, bem como o uso mais intenso de combustíveis com baixo teor de carbono. Todavia, esse desenvolvimento é improvável de ocorrer espontaneamente, motivo pelo qual a IMO tem crescentemente defendido a adoção de mecanismos de mercado (Market-Based Measures - MBMs) para viabilizar a mitigação das emissões do transporte marítimo (VIVID ECONOMICS, 2010).

Segundo a IMO (2012), as MBMs são desejáveis por colocarem preço às emissões de GEE, o que incentiva a indústria marítima a reduzir seu consumo de combustível

através de investimentos em eficiência energética e operacional. Neste sentido, diversos países têm apresentado propostas de MBMs, entre as quais se podem citar:

- i. *International Fund for GHG emissions from ships* - GHG Fund (Chipre, Dinamarca, Ilhas Marshall, Nigéria): Estabelece uma meta global de redução das emissões para o transporte marítimo internacional. A compra de créditos de redução de emissões, imposta para aqueles que ultrapassassem suas metas, seria financiada por um fundo (GHG Fund), que adviria do recolhimento de um imposto sobre a aquisição de bunker marítimo.
- ii. *Leveraged Incentive Scheme* - LIS (Japão): Estabelece que parte do imposto recolhido pelo *GHG Fund* seja devolvida para embarcações que cumpram, ou superem, padrões de eficiência energética.
- iii. *Port State Levy* (Jamaica): Cobra uma taxa uniforme de emissões em todos os navios que fazem escala. A taxa é calculada com base na quantidade de combustível consumido pelo navio até o porto onde a escala é realizada.
- iv. *Ship Efficiency and Credit Trading* - SECT (EUA): Sujeita todos os navios ao cumprimento de metas de eficiência energética. Para facilitar o cumprimento da norma, um programa de financiamento seria criado. Adicionalmente, propõe que os padrões de eficiência sejam mais restritivos ao longo do tempo.
- v. *Vessel Efficiency System* - VES (World Shipping Council): Estabelece padrões mínimos de eficiência para navios novos e existentes. Cada navio teria como exigência a melhoria, em termos percentuais, de sua eficiência em relação a uma linha de base. Ao não cumprimento do padrão seria aplicada uma taxa por tonelada de combustível consumido.
- vi. *Global Emission Trading System (ETS) for international shipping* (Noruega): Fixa uma meta de emissões líquidas para o transporte marítimo internacional, que teria seu cumprimento flexibilizado através de um mercado de carbono estabelecido nos mesmos moldes do EU ETS.

- vii. *Global Emissions Trading System (ETS) for international shipping* (Reino Unido): Difere da proposta norueguesa com relação ao método de concessão de permissões gratuitas de emissões (nacional ao invés de global), e com relação ao limite de emissões, que teria uma trajetória declinante no longo prazo.
- viii. *Emissions Trading System (ETS) for International Shipping* (França): Semelhante à proposta norueguesa, diferindo exclusivamente no que se refere aos leilões de permissões de emissões.
- ix. *Market-Based Instruments: a penalty on trade and development* (Bahamas): Considera que a imposição de qualquer “custo carbono” deveria ser proporcional à contribuição do segmento de transporte marítimo internacional para as emissões globais de dióxido de carbono.
- x. *Rebate Mechanism (RM) for a market-based instrument for international shipping* (inicialmente apresentada pela International Union for Conservation of Nature, e hoje liderada pela rede World Wild Fund for Nature): Propõe a compensação, para países em desenvolvimento, do impacto da imposição de MBMs sobre o transporte marítimo internacional. Seria aplicável para qualquer MBM marítima que gerasse receita.

Em suma, diferentes são as opções através das quais MBMs poderiam ser desenhados para mitigar emissões relacionadas ao transporte marítimo. Visando respeitar os princípios da não discriminação, e das responsabilidades comuns, mas diferenciadas, a IMO tem discutido diferentes mecanismos para mitigação das emissões no transporte marítimo internacional, entre os quais (IMO, 2011):

- i. Diferenciação por bandeira,
- ii. Diferenciação por país de domicílio do construtor do navio,
- iii. Diferenciação por rota do navio,
- iv. Diferenciação por destino final da carga,
- v. Aplicação global da receita da taxa em NAMA's em PED, e
- vi. Aplicação global com mecanismo de correção (*rebate mechanism*) para garantir a não ocorrência de incidência líquida em PED.

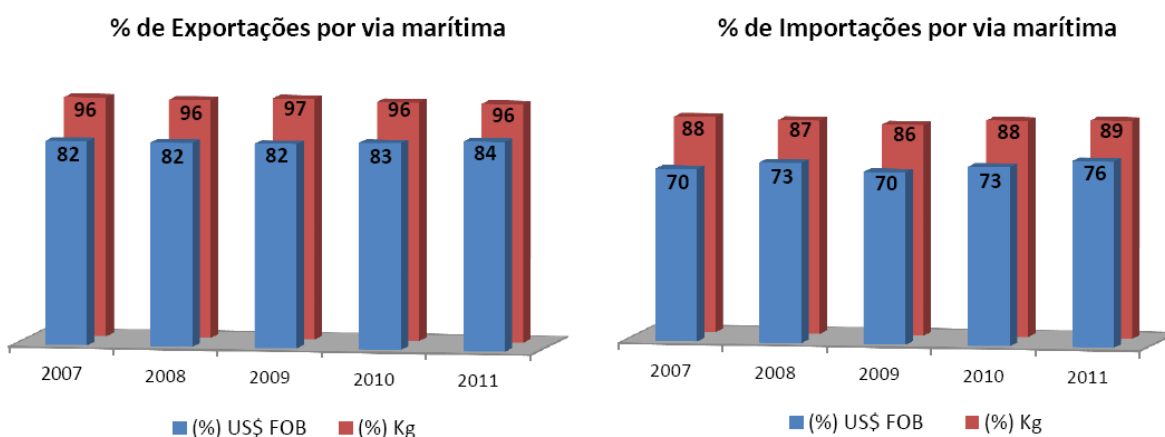


Em geral, estas podem ser divididas em duas categorias: aquelas que tentam estabelecer o mecanismo apenas para o transporte oriundo de países desenvolvidos (opções 1 a 4), e aquelas que propõem aplicar MBMs para todo transporte marítimo internacional, e distribuir rendas obtidas, por exemplo, através de uma taxaço de carbono, de forma diferenciada, com vistas a beneficiar países em desenvolvimento (IMO, 2011).

Argumenta-se que a adoção de MBMs, tais como sistemas de cap-and-trade e/ou taxaço de carbono sobre este modal de transporte incentivam a reduço de emissões, ao mesmo tempo em que geram recursos financeiros significativos, que poderiam ser usados para diferentes propósitos. Entre estes se inclui o financiamento de ações de adaptaço e mitigaço em países em desenvolvimento (DAVIDSON et al., 2009 e 2010; WSC, 2011).

Todavia, a imposiço de metas de reduço de emissões, independentemente do instrumento a ser aplicado para seu cumprimento, atribuiria um custo carbono que poderia afetar a competitividade dos segmentos voltados ao comércio internacional, conseqüentemente afetando a economia (ALDY e PIZER, 2009, JAMES, 2009, McKIBBIN e WILCOXEN, 2009, CHOI et al., 2010, MONJON e QUIRION, 2010, WANG et al., 2011). A carbono-restriço sobre o transporte marítimo internacional afetaria, sobretudo, países em desenvolvimento, tal qual o Brasil, que é fortemente dependente do comércio exterior tanto para a manutenço da estabilidade cambial, quanto para a geraço de riqueza na economia.

No caso brasileiro, a via marítima é o principal meio utilizado para o transporte de mercadorias voltadas ao comércio exterior. Em 2011, a tonelagem exportada por via marítima representou 96% do total, enquanto que a importada alcançou 89%, maior índice em cinco anos. Ao se analisar o fluxo comercial por valor (US\$ FOB), percebe-se que essa participação vem se ampliando nos últimos anos, atingindo em 2011, 84% do montante exportado e 76% do importado, ou seja, o maior patamar desde 2007 (ANTAQ, 2012). Em 2011 foram embarcadas no Brasil 514.740 mil toneladas de mercadorias com destino ao exterior, 5,1% a mais que no ano anterior. Já o desembarque de mercadorias de longo curso foi de 143.347 mil toneladas, o que representou um crescimento de 13% em relaço a 2010 (ANTAQ, 2012) (Figura 1).



Fonte: Alice-web – Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior  
Elaboração: ANTAQ/SNM/GDM

**Figura 1:** Percentual das exportações e importações brasileiras por via marítima no período 2007-2011 (% US\$ FOB e % kg).

Fonte: ANTAQ, 2012.

Nesse contexto, a imposição de um MBM sobre o transporte marítimo internacional precificaria as emissões, levando a um custo carbono. Este seria: i) em um regime de taxaço de carbono, diretamente proporcional ao conteúdo de carbono do combustível da frota mercantil<sup>2</sup>, no caso o bunker marítimo; ii) em um regime de cap-and-trade, resultante do déficit de permissões gratuitas de emissões, que levaria a que o segmento acessasse o mercado de carbono, comprando permissões de emissões, ao preço de mercado (ALDY e PIZER, 2009).

Em tese, dado que o segmento de transporte marítimo internacional opera com margens estreitas, no equilíbrio, o custo carbono seria transmitido ao exportador (produtor) ou ao importador (consumidor). Considerando a primeira hipótese, dependendo da margem do produtor e do preço do carbono, seria observável uma perda de competitividade das exportações brasileiras frente a competidores que

<sup>2</sup> A base tributária da “taxa de carbono” são as emissões de CO<sub>2</sub> relacionadas à combustão de combustíveis fósseis (que é a principal fonte de emissões de CO<sub>2</sub>). Esta taxa é geralmente calculada segundo o conteúdo de carbono de combustíveis fósseis, que são diretamente proporcionais à quantidade de CO<sub>2</sub> que é produzida durante a sua combustão.

possuem uma maior proximidade aos principais mercados consumidores<sup>3</sup>. No segundo caso, a transmissão do custo carbono ao consumidor, dependendo da elasticidade-preço do mercado, poderia amenizar o impacto de perda de competitividade.

Para testar essa hipótese serão mensurados os impactos da adoção de um MBM, no caso a taxaço de carbono de transporte marítimo, para a economia e para as exportações brasileiras. Trata-se de verificar em que medida a imposição de um custo carbono sobre a atividade de transporte marítimo afetaria a competitividade dos principais segmentos exportadores e, por transmissão, as demais atividades da economia brasileira.

Impende destacar que a análise abrange, exclusivamente, os principais segmentos exportadores brasileiros. Neste caso, a hipótese testada é a de que a taxaço não afetaria os principais mercados competidores, ou seja, seria imposta apenas ao transporte marítimo das mercadorias oriundas do Brasil. Trata-se, portanto, de uma análise bastante conservadora, em que se considera que uma taxaço de carbono sobre o bunker não afetaria isonomicamente todos os exportadores de commodities. Como as propostas discutidas no âmbito da IMO contemplam acordos globalmente vinculantes, o que implicaria frente a competidores com desvantagens competitivas em ganho de mercado para as exportações brasileiras, os impactos para a economia nacional seriam inferiores aos apontados por este estudo. Todavia, tal aspecto não invalida a sua realização, pois seus resultados podem indicar possíveis vulnerabilidades dos exportadores brasileiros- e da economia nacional – à taxaço do bunker marítimo.

Serão analisados os 6 principais produtos da pauta de exportações do Brasil em 2011, quais sejam: 1) minério de ferro não aglomerado; 2) óleos brutos de petróleo; 3) outros grãos de soja; 4) açúcar de cana bruto; 5) minério de ferro aglomerado; e 6) café não torrado em grão. Estes foram responsáveis, em 2011, por 39% da receita total com exportações, e por 76% da carga física total transportada pelo Brasil no mesmo ano (Tabela 1).

---

<sup>3</sup> Considera-se como premissa a atual frota de navios. Em tese, a introdução dos navios do tipo Valemax intenciona a obtenção de vantagens de custo, via eficiência energética e escala, perante os principais competidores às exportações brasileiras de minério de ferro, em especial a Austrália (VALE, 2012b).

**Tabela 1:** Principais produtos da pauta de exportação do Brasil em 2011 (US\$ e fluxo físico)

<b>Atividades / Produtos</b>	<b>US\$ (milhões)</b>	<b>Fluxo físico (Mt)</b>
Minérios de ferro não aglomerados e seus concentrados	31.851	274,8
Óleos brutos de petróleo	21.603	31,3
Outros grãos de soja, mesmo triturados	16.312	33,0
Açúcar de cana, em bruto	11.549	20,2
Minérios de ferro aglomerados e seus concentrados	9.965	56,0
Café não torrado, não descafeinado, em grão	7.999	1,8
<b>Total</b>	<b>99.279</b>	<b>417,1</b>
<b>% das Exportações Totais</b>	<b>39,0</b>	<b>76,0</b>

Fonte: MDIC, 2012.

Para responder ao objetivo geral deste estudo, têm-se como objetivos específicos:

- a) Mensurar os impactos sobre a competitividade das exportações brasileiras nos principais mercados. Esta análise abrangerá:
  - i. O aumento nos custos das exportações brasileiras devido ao aumento nos custos de transporte marítimo global, que afeta também os principais produtos da pauta de exportações brasileiras;
  - ii. A análise da absorção dos impactos decorrentes do custo carbono. Trata-se de verificar em que medida o impacto será absorvido pelos exportadores nacionais, seja através da queda na receita de exportações, ou da transmissão do custo carbono para a demanda final.
  - iii. A identificação dos potenciais aumentos de eficiência no segmento de transporte marítimo, e seus impactos de amenização sobre a competitividade das exportações brasileiras.
- b) Analisar os efeitos de transmissão do custo carbono sobre a competitividade dos segmentos exportadores, incluindo impactos sobre valor adicionado, lucratividade, renda e empregos (impactos diretos).
- c) Analisar os efeitos de transmissão do custo carbono sobre a economia brasileira.

- i. Trata-se de verificar em que medida a imposição de um custo carbono sobre transporte das exportações brasileiras afetaria os demais segmentos econômicos (impactos indiretos).

Deve-se destacar que serão consideradas duas hipóteses de transmissão/absorção do custo carbono para o frete marítimo: i) sobrecusto do frete ao produtor e ii) sobrecusto do frete ao consumidor final. No primeiro caso, assume-se a transmissão direta do sobrecusto de frete ao produtor. Portanto, o choque causado pela taxaço, que aumenta o custo do produtor, é transmitido diretamente no consumo final da exportação, através da reduço da receita de exportação exatamente no montante do sobrecusto. Por sua vez, a transmissão total do sobrecusto do frete ao consumidor considera a elasticidade preço do i-ésimo produto exportado que, *ceteris paribus*, pressupõe uma amenizaço do impacto de perda de receita de exportação em face da transmissão para o consumidor final.

Este relatório é subdividido em três seço, além do sumário executivo e introduço. Na Seço 1 são descritos os procedimentos metodológicos aplicados para mensurar os efeitos diretos e indiretos da taxaço de carbono sobre a competitividade das exportações brasileiras. Por sua vez, na Seço 2 são apresentados e discutidos os impactos diretos e indiretos da taxaço sobre a competitividade dos segmentos exportadores e para economia brasileira, bem como o efeito proveniente da aplicaço de medidas de eficiência para a reduço dos fatores de emissão para os produtos transportados, nos diferentes cenários de taxa de carbono considerados neste estudo. Esta seço ainda abrange uma discussão das limitaçoes metodológicas, e a análise de pontos de atenço relativos aos resultados da modelagem. Finalmente, na Seço 4 têm-se as consideraçoes finais deste estudo.

# 1. PROCEDIMIENTOS METODOLÓGICOS



Este capítulo objetiva descrever, e aplicar, os procedimentos metodológicos adotados para mensurar o impacto da adoção de uma taxa de carbono sobre a competitividade dos segmentos relevantes para as exportações brasileiras.

A etapa de modelagem e simulação foi dividida em cinco partes.

- 1) Inicialmente foi atualizada a matriz IO da Brasil (MIP Brasil), a partir das contas nacionais, de 2005 para o ano-base de 2008, para assim projetá-la para 2011, que é o ano mais recente para o qual se possuem estatísticas oficiais de exportações.
- 2) Em seguida, de forma a testar a hipótese do repasse do sobrecusto do frete para o consumidor final, fez-se necessário obter as elasticidades-preço da demanda referenciais para os principais produtos/atividades exportadoras do Brasil.
- 3) Além disso, foram identificadas as principais rotas de comércio dos produtos relevantes de exportação, procedimento o qual permitiu identificar os fatores de emissão por tonelada-quilômetro para os produtos selecionados e potenciais ganhos de eficiência que reduziriam os fatores de emissão por tipo de navio empregado no transporte dessas mercadorias.
- 4) Para estimar os impactos da taxa de carbono em termos do custo carbono, foram cenarizados possíveis valores de taxa de carbono, para o que se utiliza como *proxy* o preço do carbono no mercado europeu.
- 5) Finalmente, foram simuladas novas matrizes insumo-produto considerando o choque proveniente das diferentes taxas de carbono, o que permitiu estimar efeitos deste MBM sobre a competitividade das exportações (impactos diretos) e a economia brasileira (impactos indiretos). Ademais, foram simuladas novas matrizes considerando o efeito amenizatório da introdução de ganhos de eficiência no transporte marítimo.

## 1.1. Compatibilização, atualização e projeção da matriz insumo-produto

Recorrentemente tem-se utilizado matrizes insumo-produto como base, geralmente em modelos de equilíbrio geral computável – EGC, para medir o impacto de políticas ambientais e climáticas sobre a competitividade industrial (GOTTINGER, 1998, BYE, 2000, KEMFERT e WELSCH, 2000, SCRIMGEOUR *et al.*, 2005, BRENNER *et al.*, 2007, FISHER-VANDEN e HO, 2007, HO *et al.*, 2008, FAN *et al.*, 2009, JIANG *et al.*, 2009, MCKIBBIN e WILCOXEN, 2009, WANG *et al.*, 2011). Segundo MACHADO (2002) técnicas de insumo-produto são mais adequadas para se empreender análises que mensurem interrelações setoriais e impactos sobre agregados macroeconômicos, como é o caso em estudo neste relatório.

Diante dessas considerações, passa-se a discutir os procedimentos adotados para atualizar a MIP Brasil para o ano de 2008. Em seguida, serão descritas as premissas e a metodologia adotada na projeção da MIP para 2011.

### 1.1.1. Bases conceituais da análise insumo-produto

A análise Insumo-Produto (em inglês, Input-Output Analysis – IOA) é um campo da economia que analisa as inter-relações entre os setores econômicos, expressas na forma de oferta e de demanda por bens e serviços, formação de capital e a troca de renda e trabalho (MILLER e BLAIR, 1985). A matriz Insumo-Produto (MIP) é uma ferramenta econômica que utiliza dados de transações monetárias setoriais para explicar interdependências entre as indústrias em economias modernas (LENZEN, 2001, BÊRNI e LAUTERT, 2011).

O principal conceito da análise insumo-produto é o coeficiente técnico, que pode ser definido segundo a Equação 1. Ele representa o valor dos insumos  $i$  utilizados na produção de  $j$  em relação ao valor da produção de  $j$ .

$$a_{ij} = Z_{ij} / X_j \quad (1)$$

Onde,

$a_{ij}$  é o coeficiente técnico e  $Z_{ij}$  o valor do produto  $i$  que é vendido para o setor ou demanda final  $j$ , a preços de mercado.

O coeficiente técnico  $a_{ij}$  quantifica uma inter-relação que revela dois tipos de dependência: a) quanto  $j$  depende de  $i$  para as suas compras (como insumo) e, b) quanto



$i$  depende de  $j$  para as suas vendas (como produto). No curto prazo, os coeficientes técnicos são considerados fixos. Porém, no longo prazo, estes podem se modificar caso haja: i) introdução de novas técnicas de produção, ii) economias de escala, iii) mudanças dos preços relativos, iv) mudanças na composição do produto agregado de cada setor, v) mudança na composição do produto por origem nacional ou importada dos insumos, entre outras (FUNDAÇÃO CIDE, 1996). Para contornar este problema, vários métodos de projeção dos coeficientes técnicos foram desenvolvidos, sendo o mais difundido o método RAS.

Neste método, a partir de uma matriz de coeficientes técnicos para um ano-base  $A(0)$  e dos vetores  $U(1)$ ,  $V(1)$  e  $X(1)$ , projeta-se para o ano  $t=1$  a nova matriz dos coeficientes técnicos  $A(1)$ . Assim, pressupõe-se que os coeficientes técnicos de produção estão sujeitos a dois tipos de efeitos, que atuam uniformemente sobre os coeficientes técnicos. Ou seja, as matrizes  $A(0)$  e  $A(1)$  são biproportionais (Equação 2), onde  $r^*$  e  $s^*$  são matrizes diagonais, que têm em suas diagonais os valores do efeito de substituição ( $r_i$ ) e do efeito fabricação ( $s_j$ ) (MILLER e BLAIR, 1985):

- a) Efeito substituição ( $r_i$ ): denota a proporção com que o produto do  $i$ -ésimo setor substitui, ou é substituído, como insumo por produtos de outros setores; e
- b) Efeito fabricação ( $s_j$ ): informa a proporção com que o produto do  $j$ -ésimo setor vem a absorver maior ou menor quantidade de insumos dos setores.

$$A^1 = r^* * A^0 * s^* \quad (2)$$

Assim, atualizam-se os coeficientes técnicos de  $A(1)$  por meio de um processo iterativo de cálculo, definido através das Equações 3, 4, 5 e 6:

$$X^1 = A^1 * M^1 \quad (3)$$

$$\text{Substituindo (2) em (3): } X^1 = (r^* * A^0 * s^*) * M^1 \quad (4)$$

Sabendo que  $c^1 = X^1 \cdot J$ , e substituindo em (4), se obtêm:

$$c^1 = (r^* * A^0 * s^*) * M^1 * J \quad (5)$$

Sabendo que  $d^1 = J^T \cdot X^1$ , e substituindo em (4), se obtêm:

$$d^1 = J^T * (r^* * A^0 * s^*) * M^1 \quad (6)$$

Onde,

$A^1$  é a matriz de coeficientes para o ano 1;  $r^*$  e  $s^*$  são matrizes diagonais que tem em suas diagonais  $r^i$  e  $s^i$ ;  $A^0$  é a matriz de coeficientes para o ano base;  $X^1$  representa a matriz de fluxos intersetoriais no ano 1;  $M^1$  é o vetor de produções totais para o ano 1;  $c^1$  é o vetor de consumos totais dos setores produtivos para o ano 1;  $J$  é o vetor coluna para cada setor produtivo;  $d^1$  é o vetor de insumos totais para os setores produtivos no ano 1; e  $J^T$  é o vetor coluna transposto para cada setor produtivo.

A matriz de Leontief estabelece a relação entre a demanda final (Y) e o valor da produção (X), permitindo calcular o impacto direto e indireto de uma variação da demanda final sobre os diferentes setores da economia (Equação 7).

$$X = (I - A)^{-1} * Y \quad (7)$$

Onde,

$I$  é a matriz identidade;  $a_{ij}$  é o coeficiente técnico;  $X$  representa o vetor de produções totais dos setores econômicos;  $A$  representa a matriz de coeficientes técnicos;  $Y$  é o vetor de demandas finais; e  $(I-A)^{-1}$  é a matriz dos coeficientes de interdependência.

Neste trabalho considera-se o conceito do PIB segundo a ótica do produto, onde o mesmo é análogo ao valor adicionado bruto (VA), e definido como a diferença entre o valor da produção (VP) e o consumo intermediário (CI) acrescido de impostos (Equação 8).

$$PIB = VA = VP - CI + I \quad (8)$$

### 1.1.2. Fontes de dados, premissas e procedimentos utilizados na atualização da matriz insumo-produto do Brasil (MIP Brasil)

A primeira MIP Brasil foi divulgada em 1970, pelo órgão oficial do governo federal responsável pela sua elaboração, que é o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Entre os anos de 1970 e 1990, a construção foi feita com periodicidade quinquenal, a partir da década de 1990 sua elaboração passou a ser anual e, finalmente, a partir de 2000, voltou a ser quinquenal.

No entanto, sua divulgação apresenta uma defasagem de, no mínimo, três anos, o que decorre do tempo necessário para a coleta, revisão e publicação da versão final das contas nacionais, nas quais a MIP é baseada. No caso, as contas nacionais são disponibilizadas no ano seguinte a sua coleta ( $x+1$ ), em uma versão preliminar, para que no ano seguinte ( $x+2$ ) seja apresentada uma primeira revisão. Finalmente, ao final do terceiro ano ( $x+3$ ), as contas nacionais são divulgadas em sua versão definitiva (GUILHOTO e SESSO FILHO, 2005).

Neste sentido, opta-se pela atualização da MIP Brasil de 2005 para 2008 por este ser o ano mais recente para o qual estavam disponíveis. Para proceder esta atualização aplica-se a metodologia elaborada por GUILHOTO e SESSO FILHO (2005), a qual utiliza dados oriundos das contas nacionais em sua versão preliminar, ou definitiva. Partindo dessa base, são obtidas a Tabela de Recursos (TR) e a Tabela de Usos e Bens e Serviços (TU), que são a base das matrizes que compõem o sistema insumo-produto divulgado pelo IBGE.

Os valores da TR podem ser obtidos diretamente da tabela de Produção das Atividades das Contas Nacionais, uma vez que seus valores se encontram a preços básicos, e representam valores de produção. A TR segue uma divisão por setores institucionais e atividades para desagregação da produção, consumo intermediário e valor adicionado. No primeiro caso, os valores são distribuídos entre as seguintes categorias: a) empresas não financeiras, b) empresas financeiras, c) administração pública, d) famílias e, e) instituições sem fins de lucro a serviço das famílias. Por sua vez, as atividades são distribuídas da seguinte forma: a) agropecuária, b) indústria extrativa, c) indústria de transformação, d) produção e distribuição de eletricidade e gás, água, esgoto e limpeza urbana, e) construção civil, f) comércio, g) transporte, armazenagem e correio, h) serviços de informação, i) intermediação financeira, seguros e previdência complementar, j) atividades imobiliária e alugueis, k) outros serviços, e l) administração, saúde e educação públicas e seguridade social.

Ainda que a tabela de produção das contas nacionais e a TR utilizem uma unidades comuns, no caso preços básicos e valores de produção, fez-se necessário desagregar as informações entre as mais diversas atividades e produtos. Atualmente, a MIP Brasil é apresentada, no seu maior nível de desagregação, em 56 atividades

econômicas e 110 produtos (IBGE, 2012a), grande parte das quais distribuídas nos segmentos da indústria extrativa e de transformação. Em função disso fez-se necessário, para o ano de 2008:

- a) Obter dados da Pesquisa Anual da Indústria, do IBGE, para desagregação da produção, consumo intermediário e valor adicionado dos setores extrativo mineral e de transformação por segmentos industriais (IBGE, 2009a). Trata-se de separar, neste caso, especificamente, a produção de minérios de ferro (aglomerado e não aglomerado), bem como as atividades de petróleo e gás dentro do segmento extrativo mineral. Mais do que isso, desagregar dentro do segmento de alimentos e bebidas (segmento da indústria de transformação), a atividade produtiva do açúcar de cana bruto;
- b) Adotar o mesmo procedimento para os setores agropecuários e de serviços. No caso, acessou-se a Pesquisa Anual de Serviços 2008, e Censo Agropecuário de 2006, ambos do IBGE. No caso do setor agropecuário, foram separadas as atividades econômicas da soja e do café em grão não torrado;
- c) Acessar anuários estatísticos dos segmentos econômicos para o ano de 2008, com intuito de obter dados secundários relativos à discriminação dos agregados setoriais por produto;
- d) À exceção dos segmentos industriais discriminados junto à IBGE (2009), para os quais se obtiveram consumos intermediários desagregados, fez-se necessário calcular os coeficientes técnicos de produção (1) da MIP Brasil de 2005, para assim distribuir os consumos intermediários dos segmentos/atividades com base nas informações das contas nacionais. Deve-se destacar que antes de proceder a distribuição dos consumos intermediários, os coeficientes técnicos de produção foram atualizados pelo método RAS (2), (3), (4), (5) e (6).

Além de trabalhar com o maior nível de desagregação possível, fez-se necessário compatibilizar a nomenclatura do Sistema de Contas Nacionais (SCN), com a Nomenclatura Comum do Mercosul (NCM), na qual são classificadas as exportações

junto ao Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC), conforme a Tabela 2.

**Tabela 2:** Compatibilização da nomenclatura entre o NCM e as contas nacionais

<b>NCM</b>	<b>Contas Nacionais</b>
Minérios de ferro não aglomerados + minérios de ferro aglomerados	Minério de ferro
Óleos brutos de petróleo	Petróleo e gás natural
Outros grãos de soja (mesmo triturados)*	Soja em grão
Açúcar de cana bruto	Produtos das usinas e do refino do açúcar
Café não torrado, não descafeinado, em grão	Café em grão

\* De fato, também deveria ser incluída a soja triturada. Todavia na contabilidade nacional estes valores encontram-se agregados à produção óleo de soja em bruto, tortas e bagaços. Portanto, trata-se de adotar a hipótese do pior situação, ou seja, de fato o peso de uma taxa de carbono seria menor considerando, por exemplo, um maior valor bruto de produção.

Partindo da TR atualizada, foi obtida a Tabela de Usos de Bens e Serviços (TU) a preços de mercado, que mostra os fluxos de oferta e demanda dos bens e serviços e, também, a geração da renda e do emprego em cada atividade econômica (IBGE, 2011a).

Para trabalhar com a mesma unidade deve-se transformar a TU a preços de mercado para preços básicos. Isto ocorre porque os dados de usos de bens e serviços pelos setores econômicos estão expressos a preços praticados junto ao consumidor, que englobam não somente o preço básico, mas também os valores das importações, impostos indiretos líquidos e margens de comércio e transporte. Logo, para obter a TU a preços básicos requer-se que sejam subtraídos dos preços de mercado os valores estimados referentes à importação, impostos e margens de comércio e transporte de cada produto para cada setor da economia (GUILHOTO e SESSO FILHO, 2005). Portanto, a questão-chave é a estimação dos valores que serão subtraídos dos preços de mercado constantes das contas nacionais, fornecidas pelo IBGE (IBGE, 2008a). Nestas, é apresentada a oferta global a preços de mercado, que é constituída pelos seguintes elementos:

1. Preço Básico (PB)
2. Preços ao Consumidos ou preços de mercado (PM)
3. Margem de Comércio (MGC)

4. Margem de Transporte (MGT)
5. Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS)
6. Imposto sobre Produtos Industrializados e Serviços (ISS)
7. Outros Impostos Indiretos Líquidos (OII)
8. Importação de Bens e Serviços (IMP)
9. Imposto de Importação (IIMP)

O IBGE disponibiliza os totais por produto dos itens 2 a 9, ou seja, o total de impostos, importação e margens embutidos nos valores dos produtos da TU. Exceção nesse caso são as exportações, as quais são isentas de impostos no Brasil, portanto, já estando a preços básicos (GUILHOTO e SESSO FILHO, 2005).

Utilizou-se uma fonte de dados distinta para exportações e importações do Brasil para/do comércio exterior (ano de 2008), no caso informações da Secretária de Comércio Exterior (SECEX) do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC, 2011). As informações foram inicialmente obtidas por Sistema Harmonizado de Designação e de Codificação Mercadorias (SH) de 4 dígitos, para posteriormente serem agregadas no sistema de 2 dígitos (MDIC, 2011). Como nesta base as estimativas encontram-se a preços básicos, puderam-se distribuir diretamente estes agregados entre as 56 atividades produtivas e 110 produtos avaliados na MIP Brasil 2008.

Salvo esta exceção, o problema central para transformar os valores a preços básicos foi o de distribuir os valores totais de impostos e margens na matriz. Neste sentido, GUILHOTO e SESSO FILHO (2005) propõem uma metodologia para realizar a distribuição destes valores ao longo das linhas da matriz, o qual consiste em subtrair impostos e margens dos preços de mercado, para assim obter, por resíduo, os preços básicos.

Em síntese, quer-se estimar uma matriz de coeficientes (Equação 1), a ser multiplicada pelos valores totais dos componentes citados, assim encontrando os valores referentes a cada célula na matriz. Partindo da TU já obtida, devem-se seguir os seguintes passos:

- 1) Organizar os dados da TU a preços de mercado constantes das Contas Nacionais com vistas a obter o quanto de cada produto é vendido para cada setor da economia.
- 2) Estimar os coeficientes técnicos da TU estimada (Equação 1). Neste caso, deve-se retirar o *Dummy* Financeiro, por meio da eliminação de seu valor na coluna correspondente. Também se deve subtraí-lo no Total da Atividade e na Demanda Total. Portanto, o *Dummy* Financeiro não possuirá coeficientes, e os valores de impostos e margens não serão alocados para este componente da matriz. A estimativa dos coeficientes ( $\alpha_{ij}$ ) é dada por (Equação 9):

$$\alpha_{ij} = Z_{i,j} / \sum_{j=1}^n Z_{i,j} \quad (9)$$

Onde,

$Z_{i,j}$  o valor do produto  $i$  que é vendido para o setor ou demanda final  $j$ , a preços de mercado; e  $\sum_{j=1}^n Z_{i,j}$  representa o valor total do produto  $i$  vendido para todos os setores da economia, onde  $n$  é o número de setores da economia.

- 3) Em seguida, deve-se elaborar quadros insumo-produto próprios para margens e impostos (à exceção de imposto de importação), nos quais a primeira coluna deve conter os valores para cada agregado por atividade.
- 4) Em cada matriz o valor a ser apropriado por setor será dado pelo coeficiente da matriz de coeficientes técnicos (Passo 1), multiplicado pelas margens de comércio e transporte e impostos (exceto de importações) obtidos no Passo 2.
- 5) Para calcular os valores de importação e de impostos de importação a serem distribuídos deve-se novamente estimar coeficientes técnicos (9), partindo da TU atualizada a partir da distribuição dos impostos e margens de comercialização e transporte.
- 6) Repetir os Passos 2, 3 e 4 para obter as matrizes de importação e de impostos de importação.
- 7) Construir uma matriz TU a preços básicos para distribuir as margens de comércio e transporte, impostos e importações.

8) Deduzir nesta matriz os valores obtidos a preços de mercado na TU.

Perante a aplicação da metodologia proposta por GUILHOTO e SESSO FILHO (2005) à TU a preços de mercado pôde-se transformá-la a preços básicos, concluindo desta forma a atualização a MIP Brasil para o ano de 2008. Portanto, partindo desta base, se passa a descrever os procedimentos utilizados para projetar a matriz IO para 2011.

### 1.1.3. Premissas e procedimentos utilizados na projeção da matriz insumo-produto do Brasil (MIP Brasil) para 2011

Para projetar a matriz insumo-produto para 2011<sup>4</sup>, consideraram-se taxas de crescimento econômico constantes do Plano Nacional de Energia do Brasil – PNE 2030 (EPE, 2007) (Tabela 3). Partindo das taxas de crescimento estimadas para os diferentes segmentos da economia brasileira, inicialmente foram obtidas as projeções de valor adicionado e demanda final para 2009. Em seguida, por meio de da Equação 7 foi obtido o valor bruto da produção e, por meio da Equação 8, obteve-se o consumo intermediário. Partindo dessas estimativas, construiu-se a MIP Brasil 2009, no caso tanto a Tabela de Recursos (TR) quanto a Tabela de Usos e Bens e Serviços (TU).

**Tabela 3:** Taxas médias de crescimento do valor adicionado consideradas para os diferentes setores/segmentos da economia brasileira no período 2009-2011

<b>Setores</b>	<b>2009-2012</b>
<b>Agropecuária</b>	3,8%
Café em grão	3,8%
Soja em grão	3,8%
<b>Indústria Extrativa e Mineral</b>	5,2%
Minério de ferro	5,2%
Petróleo e gás natural	5,2%
<b>Indústria de Transformação</b>	2,7%
Alimentos e Bebidas	3,4%

<sup>4</sup> Como em toda projeção, é importante destacar que os resultados podem não expressar os dados oficiais observados para 2011. Ou seja, ainda que a metodologia utilizada para a projeção da MIP brasileira de 2008 para 2011 seja robusta, e amplamente difundida, é possível que haja imprecisões perante os dados oficiais que serão divulgados futuramente pelo IBGE.



Açúcar de cana	3,4%
<b>Comércio</b>	<b>4,3%</b>
<b>Serviços</b>	<b>4,3%</b>

Fonte: Elaborado a partir de EPE (2007).

A estimação dos parâmetros e resolução do modelo foi realizada no *General Algebraic Modeling System (GAMS)*, versão 23.6.5. O modelo foi calibrado com os dados da contabilidade nacional, em específico, na matriz de Leontieff e de coeficientes técnicos de 2008. No entanto, para projetar as demais matrizes insumo-produto (2010 e 2011), fez-se necessário atualizar os coeficientes técnicos de produção, assim obtendo-se novos coeficientes de interdependência. Para o primeiro procedimento, a cada rodada partiu-se de novos coeficientes técnicos, obtidos por meio da Equação 1, e para atualizar estes coeficientes foi empregado o Método RAS (Equações 2 a 6). Isso permitiu, através da inversão das matrizes, e obtenção da matriz de Leontieff (Equação 7), para o que foi utilizado o mesmo software, utilizar coeficientes técnicos que incorporassem os efeitos do progresso tecnológico.

## 1.2. Elasticidades preço da demanda para os principais produtos da pauta de exportações do Brasil

A elasticidade-preço da demanda ( $\varepsilon_{pd}$ ) mede a reação nas quantidades de bens e serviços demandados pelos consumidores ( $q$ ) em relação às mudanças nos preços ( $p$ ). Nesse cálculo tem-se que tudo ou mais permanece constante, à exceção da mudança de preço.

$$\varepsilon_{pd} = -\frac{\Delta q/q}{\Delta p/p} \quad (10)$$

A tipologia da elasticidade estabelece que valores de  $\varepsilon_{pd}$  maiores do que 1 (um) implicam em uma demanda elástica, ou seja, a expansão relativa das quantidades demandadas é mais do que proporcional à redução relativa dos preços. Por sua vez, valores de  $\varepsilon_{pd}$  iguais a 1 (um) representam a demanda de elasticidade unitária, onde

uma expansão relativa das quantidades demandadas é rigorosamente proporcional á redução relativa dos preços. Por fim, uma  $\epsilon_{pd}$  menor do que 1 (um) implica em uma demanda inelástica, onde a expansão relativa das quantidades demandadas é menos que proporcional á redução relativa dos preços.

As elasticidades dos bens analisados neste estudo seguem, tipicamente, um comportamento inelástico, tanto no curto quanto no longo prazo. O café não torrado é o que apresenta a maior mudança de comportamento no longo prazo, embora seja muito inelástico no curto prazo. Para cada variação de unitária no seu preço ter-se-ia uma queda na demanda, no curto prazo, 0,24 unidades, e no longo prazo de 0,72 unidades. Trata-se do efeito de substituição no consumo do café brasileiro por bens homogêneos, portanto, substitutos (NISHIJINA, et al., 2012)

**Tabela 4:** Elasticidades preço da demanda dos principais produtos da pauta de exportação do Brasil (curto e longo prazo)

Produtos	$\epsilon_{pd}$ (CP)	$\epsilon_{pd}$ (LP)	Fonte
Minérios de ferro	-0,34	-0,43	Mortatti (2010)
Óleos brutos de petróleo	-0,06	-0,45	Cooper (2003)
Outros grãos de soja, mesmo triturados	-0,21	-0,33	Margarido et al (2007)
Açúcar de cana, bruto	-0,47	-0,54	Caruso (2002)
Café não torrado, não descafeinado, em grão	-0,24	-0,72	Nishijima (2012)

Da mesma forma, estudos como os de COOPER (2003) e ROPPA (2005) apontam para uma inelasticidade no consumo de petróleo. Isto significa dizer que aumentos no preço têm efeitos menos do que proporcionais em termos das quantidades demandadas pelos consumidores no curto prazo, ou seja, denotando a dificuldade da substituição imediata do consumo de petróleo. Particularmente, trata-se de uma estrutura de refino, com altos custos afundados, que demanda exclusivamente petróleo para obtenção de derivados<sup>5</sup>. Ademais, em determinados mercados, como o de países emergentes do Sudeste Asiático, não há um sinal de preço sobre a demanda por derivados de petróleo<sup>6</sup>.

<sup>5</sup> No longo prazo biorrefinarias poderiam se adaptar para converter biomassa, gás natural e carvão mineral em combustíveis sintéticos, todavia, trata-se de uma configuração produtiva que ainda não se justifica dado o atual patamar de preços de petróleo.

<sup>6</sup> Por exemplo, em 2011, o montante do prejuízo dos refinadores na China, Índia, Malásia e Indonésia, provocado pelos subsídios destinados ao controle de preço dos derivados, foi da ordem de US\$ 70 bilhões (ARCHER, 2012).

Isto faz com que, por um efeito *net-back*, não haja também sinal de preço significativo sobre a demanda de óleo bruto importado. No longo prazo tem-se uma menor inelasticidade ao consumo de petróleo nacional em face da substituição de importações pela China e pelos EUA, geralmente por petróleo de outras correntes pesadas (COOPER, 2003).

O minério de ferro apresenta pequena variação na sua inelasticidade entre o curto e o longo prazo. Trata-se de um insumo da siderurgia que não tem substitutos de larga escala no mercado. Ademais, a oferta mundial do minério de ferro está concentrada em um pequeno grupo de países, motivo pelo qual os demandantes possuem pequena margem para substituir importações. De fato, a Austrália, o Brasil e a China, respectivamente, foram responsáveis em 2011 por 23%, 16% e 13% da produção mundial de minério de ferro (UNCTAD, 2012).

Para fins deste estudo considerar-se-á exclusivamente a  $\varepsilon_{pd}$  de curto prazo, na medida em que as estimativas baseiam-se no ano de 2011. No longo prazo, em tese, a substituição de exportações do Brasil poderia atenuar a transmissão do custo carbono para o consumidor final, o que levaria a um estreitamento entre os limites superior e inferior do impacto do custo carbono sobre a competitividade das exportações e da economia brasileira. Neste cenário, *ceteris paribus*, a transmissão do custo carbono para o consumidor não teria o mesmo efeito de amenização do impacto sobre os produtores, o que justificaria a adoção de medidas estruturantes para redução do conteúdo de carbono associado ao transporte dos principais produtos da pauta de exportações do Brasil.

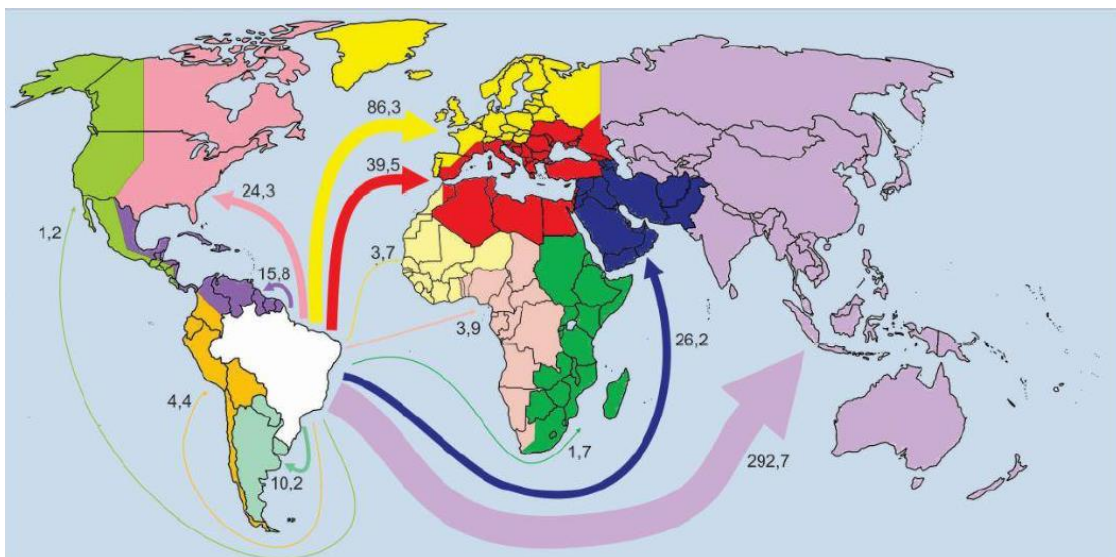
### **1.3. Identificação de fatores de emissão de CO<sub>2</sub> para o transporte dos principais produtos da pauta de exportações do Brasil**

Em 2011 foram embarcadas, no Brasil, 514 milhões toneladas de mercadorias com destino ao exterior, 5,1% a mais que no ano anterior. Já o desembarque de mercadorias de longo curso foi de 143 milhões toneladas, o que representou um crescimento de 13% em relação a 2010 (ANTAQ-SNM-GDM, 2012).

O principal destino das exportações brasileiras foram os países do Sudeste Asiático e da Oceania, totalizando 293 milhões de toneladas, que representam 57% da

massa das exportações brasileiras por via marítima (Figura 2). A maior parte dessa carga foi granel sólido (91%), principalmente minério de ferro embarcado para a China (ANTAQ-SNM-GDM, 2012).

O segundo principal destino das cargas embarcadas no Brasil foi a Europa Ocidental e Setentrional, com o peso de 86 milhões de toneladas (17% do total exportado); seguido pelo Mediterrâneo/Mar Negro, com 39 milhões de toneladas (8% do total) e Oriente Médio, com 26 milhões de toneladas (5% do total). Para a Costa Leste dos EUA e Canadá foram transportadas 24 milhões de toneladas (4% do total). Os demais destinos totalizaram 46 milhões de toneladas, representando 9% da massa das exportações brasileiras por via marítima (ANTAQ-SNM-GDM, 2012).



**Figura 2:** Tonelagem exportada por via marítima, por rotas oceânicas – 2011 (em milhões de toneladas)

Fonte: ANTAQ/SNM/GDM, 2012.

No presente estudo foram analisadas apenas as rotas dos principais destinos de exportação, e para realizar os cálculos foram consideradas as premissas apresentadas a seguir.

A t.km transportada, assim como dos fatores de emissão por tipo de navio, são variáveis fundamentais para se obter a emissão total associada às exportações brasileiras para os mercados relevantes. Neste caso, a emissão total do  $i$ -ésimo produto no ano  $t$  pode ser descrita como (11):

$$\sum_{j=1}^n Em_{ik} = \sum_{j=1}^n (tkm_{ilk} * FEm_{slk}) / 1000 \quad (11)$$

Onde,

$\sum_{j=1}^n Em_{ik}$  representa a emissão total em tCO<sub>2</sub>e decorrente do transporte do produto *i* no ano *k* para os cinco principais destinos de exportação do *i-ésimo* produto, onde *n* é igual ao número de destinos de exportação analisados; *tkm<sub>ilk</sub>* representa a tonelada por quilometro transportada do produto *i*, no destino *l*, no ano *k*; e *FEm<sub>slk</sub>* representa o fator de emissão do navio o tipo *s*, no destino *l*, no ano *k* em kgCO<sub>2</sub>e por t.km.

Para obter as diferentes variáveis descritas na Equação 11, foram consideradas as seguintes premissas:

- i. Com base nos inventários de exportação por produto (MDIC, 2012), foram analisados os cinco principais destinos de exportação dos cinco produtos/setores selecionados.
- ii. Foi estimada a distância entre o Porto de Santos, localizado na cidade de Santos/SP, e os respectivos portos de cada destino.
- iii. A partir dos dados das distâncias, e quantidade de toneladas exportadas de cada produto/setor analisado, foram calculadas t.km.
- iv. A partir desses resultados foram estimadas as emissões de dióxido de carbono, durante o ano de 2011, referentes à exportação dos produtos em questão (Equação 11), utilizando fatores de emissão correspondentes aos navios utilizados para exportar cada produto. Os navios selecionados são baseados em informações das empresas responsáveis pelo transporte desses produtos, ou seja, foram adotados os portes de navios mais utilizados no Brasil para transportar cada produto analisado.

Os navios selecionados para o presente estudo são do tipo graneleiro, e suas descrições são apresentadas a seguir.

- Valemax: Possui a capacidade de transportar 400.000 TPM de minério de ferro. Esses navios pertencem à Vale e são utilizados para o transporte de minério de ferro para a Ásia, principalmente, para a China.

- Cape size: Possui a capacidade de 150.000 TPM e é utilizado para o transporte de minério de ferro, principalmente, para destinos como a Europa.
- VLCC: “*Very Large Crude Carrier*” possui a capacidade media na faixa entre 200.000 e 300.000 TPM e é utilizado no transporte de óleo bruto (petroleiro).
- Suez Max: É um petroleiro que possui a capacidade de transporte entre 120.000 e 170.000 TPM.
- Panamax: É um petroleiro que possui a capacidade de transporte entre 60.000 e 80.000 TPM.

Constata-se que quanto maior for o navio, menor é o fator de emissão total. Este aspecto decorre tanto da velocidade média do navio, que é inversamente proporcional ao seu tamanho, quanto do seu tamanho (há relação diretamente proporcional entre o tamanho do navio e a massa da carga transportada), que resulta em um menor consumo específico de bunker, consequentemente, resultando em menores emissões por t.km transportada (EPA, 2008; AEA, 2011; LINDSTADT, 2011).

Maritime Shipping Freight Distance Conversion Factors: Tonne.km Basis					CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	Total Direct GHG
Mode	Detail		Total tonne km travelled	x	kg CO <sub>2</sub> per tonne.km	kg CO <sub>2</sub> e per tonne.km	kg CO <sub>2</sub> e per tonne.km	kg CO <sub>2</sub> e per tonne.km
Ship Type	Size*	Av. Loading						
Crude tanker (oil)	200,000+ dwt	48%		x	0,00290	0,00000	0,00002	0,00292
Crude tanker (oil)	120,000–199,999 dwt	48%		x	0,00440	0,00000	0,00003	0,00443
Bulk carrier	200,000+ dwt	50%		x	0,00250	0,00000	0,00002	0,00252
Bulk carrier	100,000–199,999 dwt	50%		x	0,00300	0,00000	0,00002	0,00302
Bulk carrier	60,000–99,999 dwt	55%		x	0,00410	0,00000	0,00003	0,00413
Bulk carrier	35,000–59,999 dwt	55%		x	0,00570	0,00000	0,00004	0,00574

**Figura 3:** Fatores de emissão (total direta) considerados no estudo, por tipo de navio.

Fonte: AEA, 2011.

#### **1.4. Impactos sobre a competitividade industrial advindos da aplicação da política carbono-restritiva**

O impacto da política carbono-restritiva é transmitido como um choque exógeno sobre a demanda final. No caso, o custo de adaptação ao cumprimento das metas de emissão de GEE (custo carbono) é dado por diferentes cenários de preços de carbono.

São considerados três cenários possíveis de impactos nesse estudo. O limite superior de impactos da taxação do transporte marítimo é dado pela situação na qual o sobrecusto do frete é inteiramente repassado para o produtor. O limite inferior é dado quando este sobrecusto é repassado, via elasticidade preço da demanda, aos consumidores finais. Finalmente, considera-se um terceiro cenário no qual se introduzem medidas de efficientização no transporte marítimo, que resulta em um efeito amenizatório aos impactos medidos nos dois cenários anteriores.

Assim, tem-se como foco avaliar o impacto da taxação de carbono sobre os valores referenciais (linha de base) dos seguintes agregados econômicos: a) valor adicionado bruto, b) lucratividade (excedente operacional), c) renda, e d) emprego.

Define-se que a taxação de carbono é inteiramente destinada ao governo brasileiro. Trata-se de uma premissa que considera a transferência de renda do setor privado, no caso os segmentos relevantes de exportação, para o governo, através da arrecadação. Portanto, segundo a Equação 8, o produto interno bruto permanece constante, na medida em que o aumento nos custos de produção é função da imposição da taxa de carbono, e por isso diretamente repassado ao governo, por meio da arrecadação do “imposto de carbono”. Segundo a IMO (2011), esta é uma proposta que vem sendo discutida, na medida em que viabilizaria investimentos em atividades de baixo carbono nos países em desenvolvimento.

Deve-se destacar que, para converter as variáveis econômicas de reais para dólar aplicou-se a taxa de R\$ 2,00/US\$. Trata-se da taxa de câmbio média observada no ano-base de 2011 (IPEADATA, 2011)

Considerando a hipótese de transmissão do sobrecusto do frete para o produtor, tem-se que o choque causado pela taxação, que aumenta o custo do produtor, é transmitido diretamente no consumo final de exportação, através da redução de receita de exportação exatamente no montante do sobrecusto. Ou seja, o custo carbono leva a

um aumento no consumo intermediário<sup>7</sup>, na medida em que há carbono embutido nas exportações brasileiras, neste caso bunker marítimo utilizado para a movimentação dos navios. Portanto, a perturbação do custo carbono tem como variável de entrada os consumos intermediários setoriais das tabelas insumo-produto de 2011, sendo obtidos através das Equações 12 e 13:

$$Z'_{ikt} = \frac{T_{kt} * Em_{ik}}{Z_{ik} * TC_k * 10^6} \quad (12)$$

Onde,

$Z'_{ikt}$  representa o impacto percentual sobre o consumo intermediário do segmento  $i$  no ano  $k$  em um dado cenário  $t$  de taxa de carbono;  $T_{kt}$  é o preço do carbono (US\$/tCO<sub>2</sub>) no cenário  $t$  de preços no ano  $k$ ;  $Em_{ik}$  representa a emissão total em tCO<sub>2</sub> na linha de base do segmento  $i$  no ano  $k$ ;  $Z_{ik}$  é o consumo intermediário (R\$ milhões) do segmento  $i$  no ano  $k$ ;  $TC_k$  é a taxa de câmbio (R\$/US\$) no ano  $k$ ; e  $10^6$  é unidade utilizada para conversão da base monetária comum.

Como serão consideradas três diferentes taxas de carbono, são gerados três diferentes projeções de consumo intermediário para o ano de 2011. Assim, o consumo intermediário que é inserido em cada tabela insumo-produto, para fins de simulação, é obtido por:

$$Z''_{ikt} = Z_{ik} * (1 + Z'_{ikt}) \quad (13)$$

Onde,

$Z''_{ikt}$  é o consumo intermediário (R\$ milhões) do setor  $i$  no ano  $k$  dado pelo custo carbono advindo do cenário  $t$  de taxa de carbono (hipótese do produtor);  $Z_{ik}$  é o consumo intermediário do segmento  $i$  no ano  $k$ ; e  $Z'_{ikt}$  representa o impacto relativo sobre o consumo intermediário do segmento  $i$  no ano  $k$  em um dado cenário  $t$  de taxa de carbono.

A projeção dos impactos do custo de adaptação à política carbono-restritiva da taxação do transporte marítimo baseia-se em diferentes cenários de preços de carbono. Foram considerados vários estudos que se propõem a construir cenários de preços de carbono, particularmente para os preços das permissões de emissões negociadas na

---

<sup>7</sup> Em termos macroeconômicos, o valor adicionado ao custo dos fatores pode ser considerado como uma *proxy* do custo de produção setorial, pois mede a diferença entre o valor das saídas e o dos suprimentos. Sendo assim, resulta da diferença entre o produto total, consumo intermediário e impostos sobre a produção. Assim, corresponde aos custos internos de processamento em que as empresas incorrem, remunerado os fatores de produção por ela mobilizado (BÊRNI e LAUTERT, 2011).



União Europeia (EUAs) (FORTIS, 2008, JP MORGAN, 2008, NEW CARBON FINANCE, 2008, DAIWA, 2009, DEUTSCHE BANK, 2009, IDEACARBON, 2009, SOCIETE GENERALE, 2010).

As estimativas apresentadas na Tabela 5 consistem da mediana das estimativas de preços de carbono de vários estudos que considerem premissas comuns de cenarização, ora agrupadas em dois diferentes cenários de preços de carbono: referencial (A) e de baixo carbono (B).

**Tabela 5:** Cenário de preços de carbono (US\$/tCO<sub>2</sub>) para os anos em análise (2011/2015/2020/2025/2030)

Cenário / Preço (US\$/tCO <sub>2</sub> )	2011	2015	2020	2025	2030
Cenário A - Referencial	12	16	20	25	30
Cenário B – Baixo Carbono	20	25	32	41	50

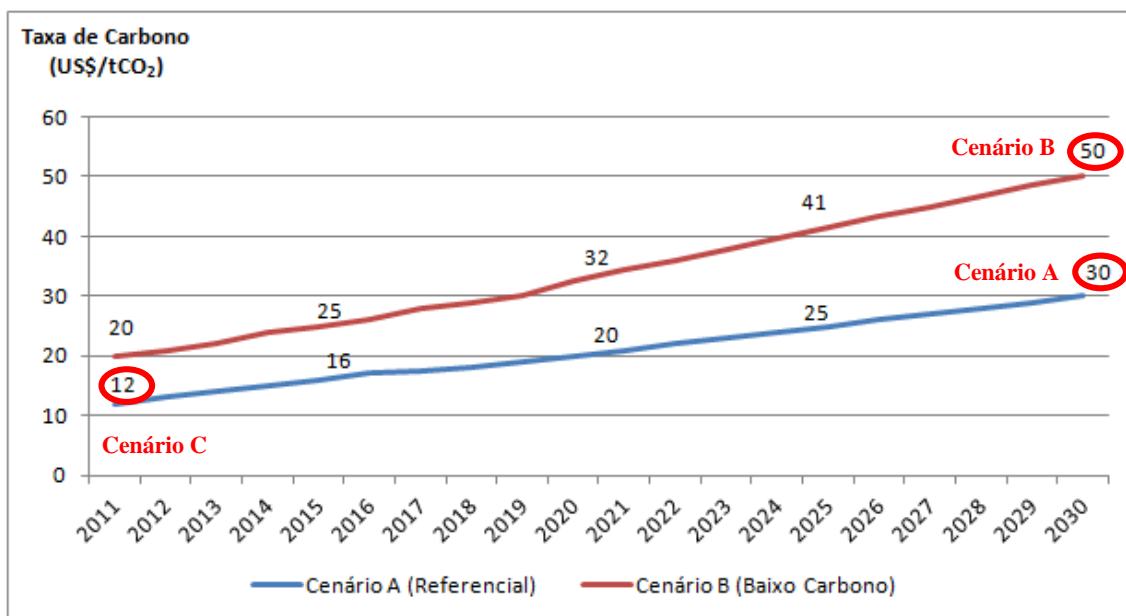
Fonte: Elaborado a partir de BOSETTI *et al.* (2009), DEN ELZEN *et al.* (2009), IEA (2009), PALTSEV *et al.* (2009), TOL, (2009), POINT CARBON (2010), SOCIETE GENERALE (2010), POINT CARBON (2011).

Aponta-se que a variabilidade nas projeções de preços de carbono está significativamente relacionada com a incerteza no que se refere à evolução da estrutura tecnológica, política e regulatória no período 2012-2030. Há grande incerteza quanto à adoção de metas mandatórias de emissão em países que são grandes emissores de GEE, principalmente quando se considera que mesmo que estes assumam metas, estas devem ser insuficientes para atingir o nível de emissões necessário para a estabilização da concentração de gases poluentes na atmosfera em 450 ppm CO<sub>2</sub>e. Por estes motivos, é crescente a variância do preço do carbono com o horizonte de tempo.

De forma a ilustrar estes aspectos, destaca-se que projeções conservadoras de preços de carbono (Cenário A), apontam preços de carbono no médio prazo (2015) em torno de US\$ 16,00/tCO<sub>2</sub>, e no longo prazo de US\$ 30,00/tCO<sub>2</sub>. Na medida em que a União Europeia se recupere da crise econômica, levando à diminuição da capacidade ociosa na indústria, aumenta a demanda por permissões de emissões de CO<sub>2</sub>, induzindo com isso a patamares superiores de preços de carbono.

De fato, os preços de carbono praticados no EU ETS representam, atualmente, a melhor *proxy* para estabelecimento de taxas de carbono. Neste estudo procura-se testar em que medida o pior cenário de taxa de carbono afetaria a competitividade das exportações brasileiras, por conseguinte, a economia como um todo. Por este motivo,

consideram-se nas estimativas, para o ano de 2011, taxas de carbono baseadas no preço de carbono de 2030, no caso o Cenário A é de US\$ 30,00/tCO<sub>2</sub> e o Cenário B é de US\$ 50,00/tCO<sub>2</sub>. Todavia, é plausível que uma taxa de carbono hipotética estabelecida em 2011 represente o patamar atual dos preços do carbono no mercado internacional, motivo pelo qual se considera um terceiro cenário de taxas de carbono (Cenário C), no qual a taxa equivale a US\$ 12,00/tCO<sub>2</sub> (Figura 4).



**Figura 4:** Taxas de carbono consideradas no estudo.

Fonte: Elaborado a partir de BOSETTI *et al.* (2009), DEN ELZEN *et al.* (2009), IEA (2009), PALTSEV *et al.* (2009), TOL, (2009), POINT CARBON (2010), SOCIETE GENERALE (2010), POINT CARBON (2011).

Em seguida, partindo dos novos consumos intermediários, e considerando que no curto prazo o custo carbono não gera variação sobre a produção, simulam-se novas MIP considerando, respectivamente, os cenários A, B e C de taxas de carbono. O impacto inicialmente transfere-se em termos de perda de receitas de exportações, ora propagando-se sobre os demais agregados macroeconômicos. Destarte, pôde-se obter o impacto do custo carbono sobre o VA, rentabilidade, demanda final e exportações.

Finalmente, para medir o impacto da política carbono-restritiva sobre a renda e o nível de empregos faz-se necessário, inicialmente, obter novos multiplicadores de renda (14) e emprego (15), que observem a alteração na demanda final em face da

imposição do custo carbono. Diante disso, o impacto relativo sobre a renda e o emprego é dado por:

$$R''_{ikt} = Y''_{ikt} * MR_{ik} \quad (14)$$

Onde,

$R''_{ikt}$  representa o impacto sobre a renda do setor  $i$  no ano  $k$  no cenário  $t$  de taxa de carbono;  $Y''_{ikt}$  representa o impacto relativo sobre a demanda final do setor  $i$  no ano  $k$  dado pelo custo carbono advindo do cenário  $t$  de taxa de carbono;  $MR_{ik}$  é o multiplicador da renda do setor  $i$  no ano  $k$ .

$$E''_{ikt} = Y''_{ikt} * ME_{ik} \quad (15)$$

Onde,

$E''_{ikt}$  o impacto sobre o emprego do setor  $i$  no ano  $k$  no cenário  $t$  de taxa de carbono;  $Y''_{ikt}$  representa o impacto relativo sobre a demanda final do setor  $i$  no ano  $k$  dado pelo custo carbono advindo do cenário  $t$  de taxa de carbono;  $ME_{ik}$  é o multiplicador do emprego do setor  $i$  no ano  $k$ .

Para modelar a hipótese de amenização do sobrecusto do frete ao produtor, em face da adoção de medidas de eficiência, assume-se que a adoção dessas medidas reduz os fatores de CO<sub>2</sub> por t.km, assim amenizando o efeito do custo carbono sobre o custo e a receita da exportação do produtor. Trata-se de possível estratégia do setor de transporte marítimo internacional que intenciona, principalmente, reduzir o consumo de bunker, o qual tem apresentado aumento significativo desde 2005 (NOTEBOON e VERNIMMEN, 2009).

Visando obter uma queima mais eficiente nos motores de navegação, que economizam combustível, conseqüentemente, reduzindo os fatores de emissão por t.km, tem-se empregado novas estratégias para a produção de embarcações com novos *designs*, as quais poderiam reduzir as emissões em uma faixa entre 5-30% (CRIST, 2009). Reparos técnicos e estratégias de manutenção em embarcações existentes podem, potencialmente, reduzir as emissões de CO<sub>2</sub> da frota já existente entre 4-20%, enquanto estratégias operacionais podem potencialmente reduzir o uso de combustível e emissões de CO<sub>2</sub> em aproximadamente 40%. A combinação de medidas técnicas e operacionais foi estimada com o potencial de reduzir as emissões de CO<sub>2</sub> em até 43% por tonelada-quilômetro até 2020, e em até 63% por tonelada-quilômetro em 2050 (CRIST, 2009).

A redução de velocidade, especialmente para embarcações rápidas, representa uma importante medida operacional capaz de economizar combustível e reduzir as emissões de CO<sub>2</sub>, com um custo relativamente baixo e pouco esforço requisitado. Apesar dessa medida não ser isenta de custos, principalmente para navios de containers com alta velocidade e alta potência, pode levar à redução no consumo de combustível, diminuindo significativamente as emissões de CO<sub>2</sub> (CRIST, 2009; LINDSTADT et al., 2011). Estes autores indicam que a redução marginal nos custos a partir da redução da velocidade para navios de containers pode ser da ordem de US\$20 - \$50 por tonelada de CO<sub>2</sub> (para uma diminuição da velocidade na ordem dos 10% -25% e um preço de US\$ 300/tonelada de combustível).

A lenta renovação das frotas marítimas significa que os ganhos de eficiência operacionais e de manutenção relacionados irão ocorrer no curto e médio prazo (CRIST, 2009)<sup>8</sup>. Por esse motivo, adota-se um padrão de potenciais ganhos de eficiência, conservador e de curto prazo de 20%, na medida em que os impactos são medidos para 2011. Trata-se de ganhos de eficiência obtidos a partir de operação e manutenção (O&M) de motores, tecnologias de transmissão, sistemas de alimentação auxiliares, sistemas de propulsão e hélices, aerodinâmica da estrutura do casco e redução da velocidade média dos navios. Por exemplo, o emprego de controles eletrônicos de velocidade, combinados com a manutenção de motores, podem proporcionar ganhos de eficiência entre 4-20% (CRIST, 2009; NOTTEBOON e VERNIMMEN, 2009; LINDSTADT, 2011; MENG, 2011; PIERRE, 2011).

**Tabela 6:** Potenciais ganhos de eficiência e redução dos fatores de emissão por t.km.

Medida	% de redução							
	2010	2012	2015	2020	2030	2040	2050	
Medidas operacionais combinadas*	10	20	25	30	30	30	30	
Medidas técnicas combinadas, excluindo tecnologias de combustíveis**	-	2	5	10	20	25	30	
Substituição de combustíveis	Container	-	-	5	10	15	15	20
	Pequenos navios	-	-	5	10	15	20	25

<sup>8</sup> De acordo com EPA (2008), a idade média da frota de navios cargueiros supera 25 anos.

Petroleiro e graneleiro	-	-	-	-	5	10	15
Efeito simulado máximo (novos navios)	10	22	32	43	52	58	63

\* Para a atual frota e novos navios existentes e novos.

\*\* Para novos navios (e existentes usando diesel de navegação).

Fonte: Elaborado a partir de CRIST (2009), NOTTEBOON e VERNIMMEN (2009), LINDSTADT (2011), MENG (2011), PIERRE (2011).

A aplicação desses ganhos de eficiência permitiria reduzir os fatores de emissão em relação à linha de base de AEA (2011), segundo o padrão descrito junto à Tabela 7.

**Tabela 7:** Fatores de emissão (total direta) considerados no estudo, por tipo de navio, sem e com medidas de eficiência.

Navio (tipo)	Capacidade (DWT)	Fator de Emissão (kg CO <sub>2</sub> e)	Fator de Emissão com Eficiência (kg CO <sub>2</sub> e)
Valemax	400.000	0,00252	0,00202
Capesize	150.000	0,00302	0,00242
VLCC	300.000	0,00292	0,00234
Suezmax	120.000	0,00443	0,00354
Panamax	70.000	0,00413	0,00330
Panamax	50.000	0,00574	0,00459

Fonte: Elaboração própria

Partindo dessas estimativas de redução na emissão dos segmentos exportadores do Brasil, decorrentes do emprego das medidas de eficiência em 2011, simulam-se novas matrizes IO com intuito de medir o efeito amenizador às taxas de carbono. Este efeito sobre a receita da exportação do produtor é inicialmente obtido a partir da Equação 16.

$$Z'''_{ikt} = \frac{T_{kt} * (Em_{ik} * (1 - EF_{ik}))}{Z_{ik} * TC_k * 10^6} \quad (16)$$

Onde,

$Z'''_{ikt}$  representa o impacto percentual sobre o consumo intermediário do segmento  $i$  no ano  $k$  em um dado cenário  $t$  de taxa de carbono, considerando a adoção de medidas de eficiência;  $T_{kt}$  é a taxa de carbono (US\$/tCO<sub>2</sub>) no cenário  $t$  de taxa no ano  $k$ ;  $Em_{ik}$  representa a emissão total em tCO<sub>2</sub> na linha de base do segmento  $i$  no ano  $k$ ;  $EF_{ik}$  representa o fator de emissão por t.km decorrente da adoção de medidas de eficiência no segmento  $i$  no ano  $k$ ;  $Z_{ik}$  é o consumo intermediário (R\$ milhões) do segmento  $i$  no ano  $k$ ;  $TC_k$  é a taxa de câmbio (R\$/US\$) no ano  $k$ ; e  $10^6$  é unidade utilizada para conversão da base monetária comum.

Em seguida, geram-se três diferentes projeções de consumo intermediário para o ano de 2011, que incorporam o impacto das medidas de efficientização sobre o custo carbono (Equação 17).

$$Z''''_{ikt} = Z_{ik} * (1 + Z'''_{ikt}) \quad (17)$$

Onde,

$Z''''_{ikt}$  é o consumo intermediário (R\$ milhões) do setor  $i$  no ano  $k$  dado pelo custo carbono advindo do cenário  $t$  de taxa de carbono, o qual incorpora o efeito da efficientização energética;  $Z_{ik}$  é o consumo intermediário do segmento  $i$  no ano  $k$ ; e  $Z'''_{ikt}$  representa o impacto relativo sobre o consumo intermediário do segmento  $i$  no ano  $k$  em um dado cenário  $t$  de taxa de carbono.

Em seguida, partindo dos novos consumos intermediários, simulam-se novas MIP, para assim obter o impacto do custo carbono, considerando o efeito amenizatório do emprego de medidas de eficiência sobre os diferentes agregados econômicos (VA, rentabilidade, demanda final, exportações, renda e emprego).

A hipótese de transmissão do sobrecusto advindo da taxa de carbono para o consumidor final requer que sejam incorporadas as elasticidades-preço da demanda dos diferentes produtos de exportação analisados neste estudo (Tabela 4). Trata-se do limite inferior do impacto da taxação de carbono que, *ceteris paribus*, pressupõe uma amenização do impacto de perda de receita de exportação em face da transmissão para o consumidor final.

Portanto, o objetivo é determinar a variação na demanda dos principais produtos exportados no Brasil em função da taxação de carbono (Equações 18 e 19).

$$\Delta D = \sum_{i=1}^k \frac{\Delta P}{tCO_2} * \left( \frac{tCO_2}{tkm} \right)_i * tkm_i * \varepsilon_{p_i} \quad (18)$$

$$\Delta D = \sum_{i=1}^k \frac{\Delta P}{tCO_2} * \left( \frac{tCO_2}{tkm} \right)_i * tkm_i * \frac{P_i}{\Delta P} * \left( \frac{\Delta D}{D} \right)_i \quad (19)$$

Onde,

$k$  representa os top 5 produtos exportados do Brasil;  $\frac{\Delta P}{tCO_2}$  é a variação absoluta do preço da  $tCO_2$  em função da taxa de carbono;  $\frac{tCO_2}{tkm}$  é a intensidade de emissão do modo de transporte usado no transporte do produto  $i$ ;  $tkm$  é a tonelada quilômetro transportada do produto  $i$ ;  $\varepsilon_p$  é a elasticidade preço do produto  $i$ ; e  $\Delta D$  a variação da demanda do produto  $i$ .

Nesta hipótese considera-se a transmissão total do custo do frete para o consumidor. Mais do que isso, são desconsiderados aspectos contratuais de fornecimento, transporte e consumo do produto, os quais poderiam conferir rigidez ao repasse integral para o consumidor final. Além disso, são desconsideradas possíveis trocas de fornecedores devido ao aumento do preço do produto, ou seja, aplica-se exclusivamente elasticidades preço da demanda de curto prazo, onde não há substituição de importações pelos mercados demandantes.

Portanto, o aumento nos custos de produção dos produtos de exportação do Brasil deve incorporar efeito do repasse aos consumidores finais, segundo a Equação 20:

$$Z''''_{ikt} = \frac{T_{kt} * Em_{ik} * (1 + \varepsilon_{pik})}{Z_{ik} * TC_k * 10^6} \quad (20)$$

Onde,

$Z''''_{ikt}$  representa o impacto percentual sobre o consumo intermediário do segmento  $i$  no ano  $k$  em um dado cenário  $t$  de taxa de carbono (hipótese do consumidor);  $T_{kt}$  é o preço do carbono (US\$/ $tCO_2$ ) no cenário  $t$  de preços no ano  $k$ ;  $Em_{ik}$  representa a emissão total em  $tCO_2$  na linha de base do segmento  $i$  no ano  $k$ ;  $\varepsilon_{pik}$  é a elasticidade preço do produto  $i$  no ano  $k$ ;  $Z_{ik}$  é o consumo intermediário (R\$ milhões) do segmento  $i$  no ano  $k$ ;  $TC_k$  é a taxa de câmbio (R\$/US\$) no ano  $k$ ; e  $10^6$  é unidade utilizada para conversão da base monetária comum.

Considerando essa hipótese, o impacto direto e indireto sobre a competitividade, e a economia brasileira, representado segundo os diferentes agregados econômicos (VA, rentabilidade, demanda final, exportações, renda e emprego<sup>9</sup>), é obtido através da simulação de novas matrizes IO e da aplicação das Equações 13, 14 e 15.

---

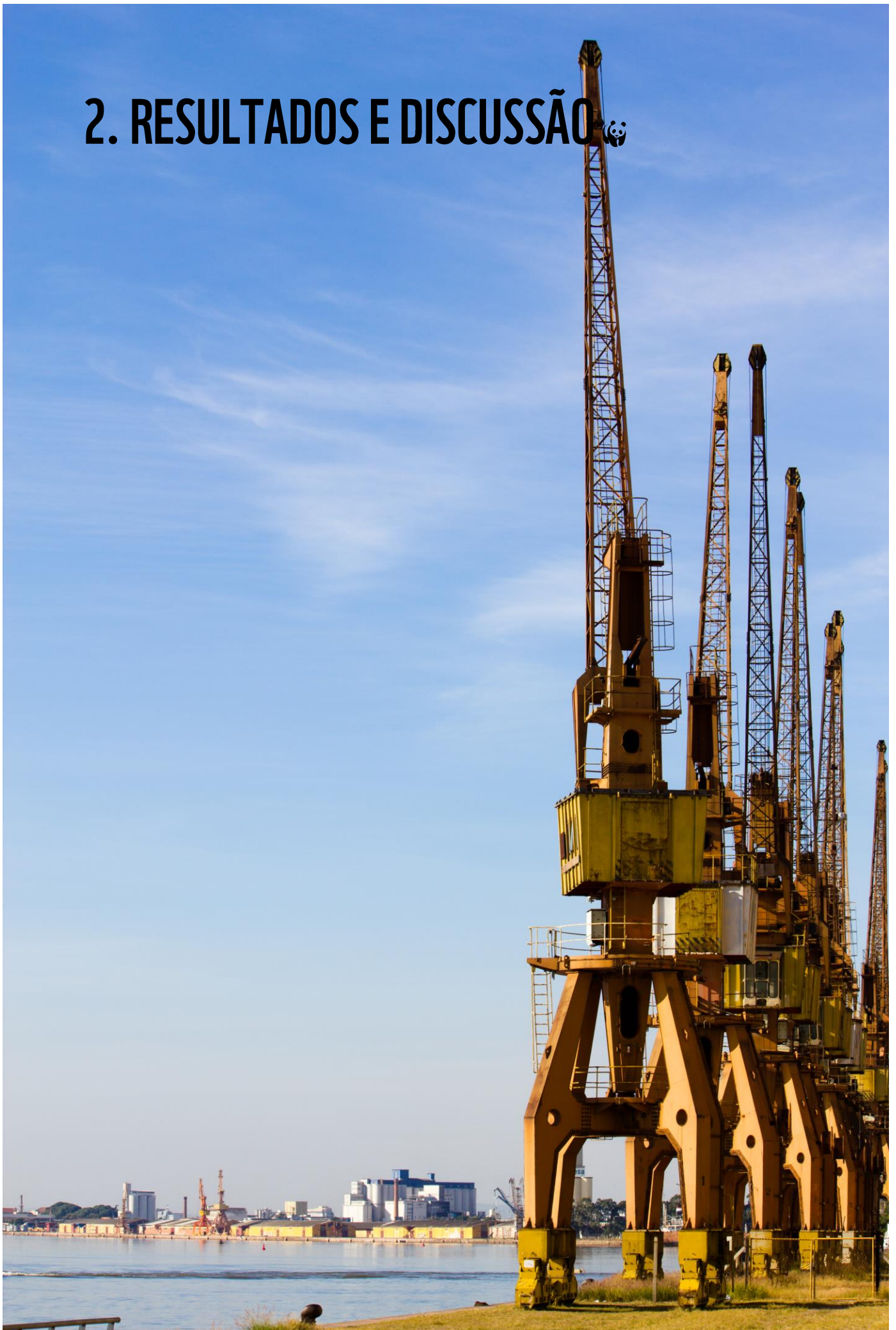
<sup>9</sup> O impacto sobre postos de trabalho considerará os multiplicadores totais de empregos. Portanto, agregam-se efeitos diretos e indiretos do custo carbono sobre o nível de empregos gerados na economia brasileira em 2011. Todavia, especificamente na hipótese de transmissão para os consumidores finais, parte dos empregos deixaria de ser gerada à jusante, ou seja, nos países de destino das exportações brasileira. Trata-se de uma limitação do modelo de EGC estático aplicado neste estudo, que por se restringir à economia nacional, não permite desagregar este efeito.

O efeito amenizatório da introdução de medidas de eficiência também é testado nessa hipótese, sendo obtido através das Equações 16 e 17, e consequente simulação de novas matrizes IO.

Finalmente, perante a descrição de todos os procedimentos metodológicos aplicados para responder aos objetivos deste estudo, têm-se no próximo capítulo a apresentação e a discussão dos resultados.



## 2. RESULTADOS E DISCUSSÃO



Neste capítulo são descritos e discutidos os resultados da aplicação da modelagem insumo-produto, que foi construída de forma de mensurar os impactos sobre a competitividade, e para a economia brasileira, decorrente da aplicação de política de taxaço de carbono sobre o transporte marítimo global, que têm impactos, inter alia, nos segmentos exportadores do Brasil.

Com o intuito de determinar, a *posteriori*, a potencialidade da transmissão de impactos da taxaço sobre transportes das exportações e a economia brasileira, inicialmente descrevem-se indicadores de estrutura econômica e suas implicações para os segmentos exportadores do Brasil. Em seguida, serão apresentados e discutidos os impactos diretos e indiretos da taxaço de carbono do transporte marítimo exclusivamente sobre a competitividade das exportações e para a economia brasileira, assim como o efeito amenizatório a estes impactos provenientes da aplicação de medidas de eficiência no transporte marítimo. Em seguida são brevemente descritas limitações metodológicas e pontos de atenção, os quais ressaltam análises que merecem ser realizadas e/ou não puderam ser aprofundadas neste estudo.

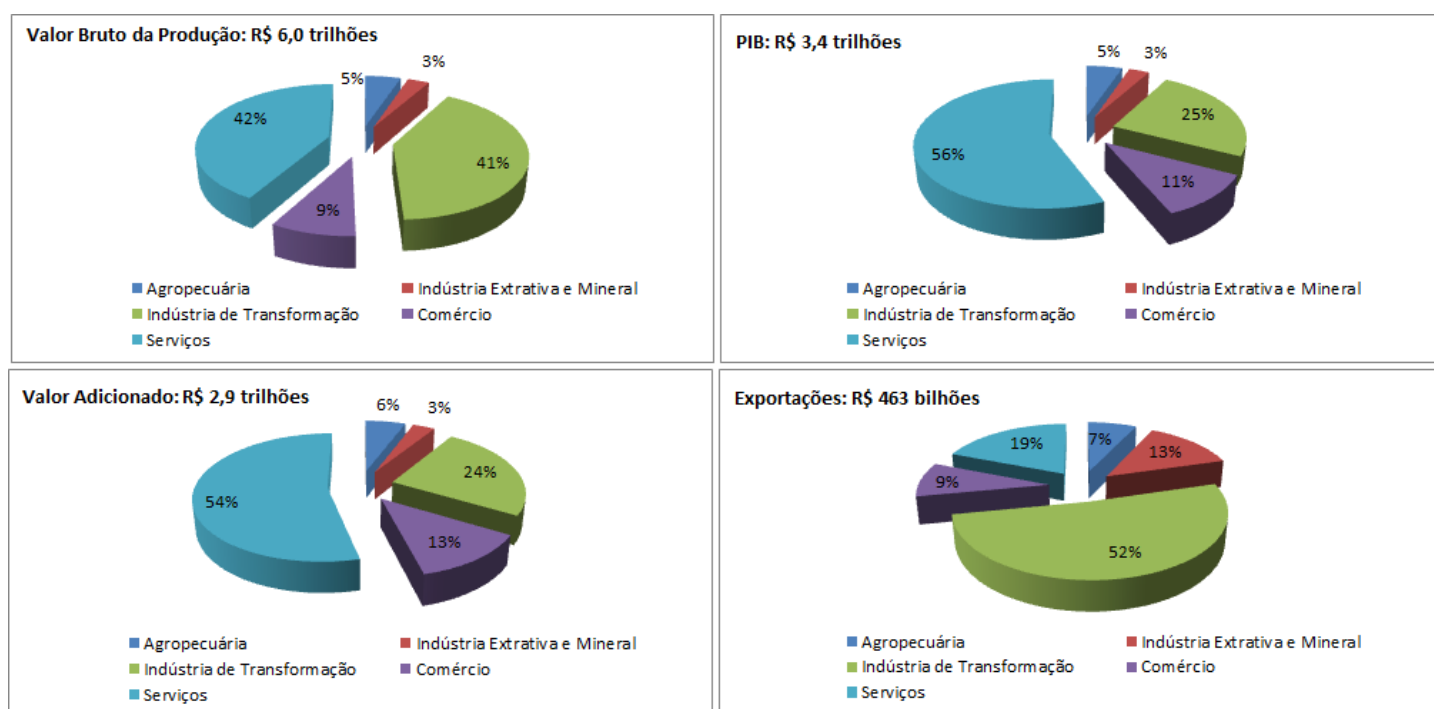
### **1.5. Estrutura econômica e implicações dos indicadores dos segmentos exportadores do Brasil**

A atualização da matriz IO, para o ano de 2011, permite concluir que o setor terciário da economia brasileira (comércio e serviços) foi o que mais contribuiu para a composição do PIB, com 67% do total (Figura 5). Segundo NAKABASHI et al. (2010) o crescimento da participação do setor terciário, ao longo da última década, no PIB do Brasil, revela um círculo virtuoso do crescimento, iniciado em meados da década de 1990 com o crescimento da indústria de transformação. Trata-se, portanto, de uma tendência consolidada pelo poder de encadeamento que a indústria exerce sobre o setor comercial e de serviços, além dos próprios segmentos industriais.

Na última década tem-se revelado uma perda de importância da indústria, e ganho no setor terciário. Isto, segundo o IEDI (2011) é preocupante, pois se tratam de segmentos com baixa capacidade de inovação, de aumento de produtividade e de economias de escala dinâmicas, além de apresentar reduzido grau de encadeamento com os demais segmentos da economia. Mais do que isso, a indústria tem perdido

participação na composição do valor adicionado da economia nacional. No período 1972/1980, a indústria de transformação respondia por 30% do valor adicionado total; em 2008, esse percentual baixou para 25%. A indústria brasileira também vem perdendo posições no âmbito mundial. Sua participação no valor adicionado da indústria de transformação mundial, que chegou a superar 3% no início dos anos 1980, caiu para 2,3% em 2008. Segundo NAKABASHI et al. (2010), embora essa queda, assim como a redução da participação da indústria de transformação brasileira no PIB do país, constitua sintoma de empobrecimento relativo da industrialização (ou sintoma de desindustrialização relativa), o setor industrial brasileiro ainda mantém certa expressão em nível mundial.

Este é expresso, sobretudo, pela inserção dos segmentos primário e secundário no comércio internacional. A indústria extrativo-mineral e de transformação tem destacado papel na balança comercial, sobretudo no que se refere às exportações, representando aproximadamente 65% do total em 2011.



**Figura 5:** Síntese dos principais agregados econômicos brasileiros, e sua participação por setor na sua composição em 2011.

Fonte: Elaboração própria.

O crescimento da indústria de transformação tem sido inferior à média nacional, o que não é o caso para indústria como um todo, na medida em que esta também é composta pelos segmentos da indústria extrativo-mineral. As atividades de extração de minério de ferro, petróleo e gás natural obtiveram, em 2011, um crescimento do PIB acima da média nacional (respectivamente, 6,3% e 7,8% perante os 2,7% da economia brasileira).

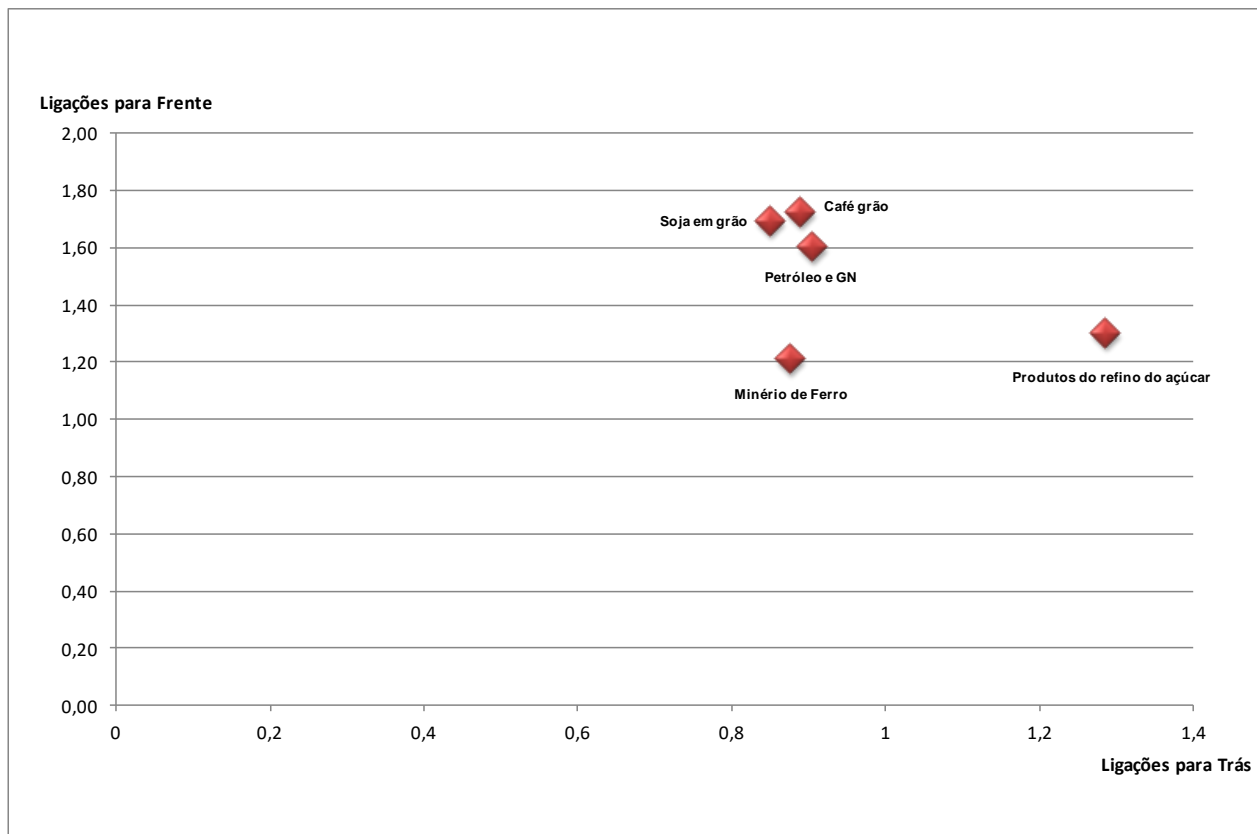
Ainda que os segmentos analisados neste estudo sejam significativos para as exportações brasileiras (39%, em 2011), relativamente inexpressiva é sua contribuição para o PIB e para o valor adicionado do Brasil (aproximadamente 4% em 2011). Isto ressalta a baixa dinamicidade setorial, típica de atividades que produzem *commodities* de baixo valor agregado.

Também a partir de dados da matriz insumo-produto do Brasil, atualizada para 2011, foram obtidos os índices de ligação RH (mensurados segundo a metodologia exposta no Anexo 1). De acordo com o critério de MCGILVRAY (1977), se os setores apresentarem índices de ligação para frente (que expressa o quanto um setor é demandado pelos outros), e/ou para trás (que mostra o quanto um setor demanda dos outros) maiores do que 1 podem ser classificados no conceito restrito como setores-chave. Este é o caso dos segmentos exportadores do Brasil, os quais demonstram alto poder de encadeamento com atividades à jusante da economia, as quais demandam matérias-primas para a elaboração de produtos com maior valor adicionado.

Por exemplo, o petróleo é demandado pela atividade de refino de petróleo, a qual por sua vez originará derivados, que são produtos essenciais, como insumo energético, para os segmentos de transportes e indústrias de transformação. O minério de ferro é matéria-prima básica dos segmentos de ferro-gusa e aço, e de ferroligas, os quais manufaturam produtos essenciais para os segmentos automobilísticos, construção civil, máquinas e equipamentos, entre outros. Este também é o caso das *commodities* agrícolas, as quais são destinadas à produção de outros bens, por exemplo, pelo setor alimentício, e à demanda final.

Em função dessas características, uma eventual taxaço de carbono, no transporte marítimo, potencialmente levaria à transmissão dos impactos do custo carbono para outras atividades econômicas. Essa hipótese está alinhada com o escopo

desse estudo, na medida em se também se mensuram os impactos indiretos da oneração dos custos de produção em termos da transmissão sobre a economia brasileira. No caso da soja em grão, por exemplo, uma eventual perda de competitividade das exportações levaria, no curto prazo, à geração de um excedente para consumo doméstico, que poderia não ser absorvido, levando à redução da rentabilidade. Portanto, no curto prazo, o segmento perderia margem líquida (excedente operacional), porém, dada a inelasticidade preço da demanda do produto, em determinado momento os preços seriam majorados de forma a recuperar parte da perda de lucratividade observada no curto prazo. Ou seja, parte da perda de receita seria recuperada em face da transmissão para os consumidores finais de soja, que são inelásticos no curto e no longo prazo à mudanças de preço.



**Figura 6:** Índices Rasmussen-Hirschman (RH) para os setores econômicos brasileiros analisados, 2011.

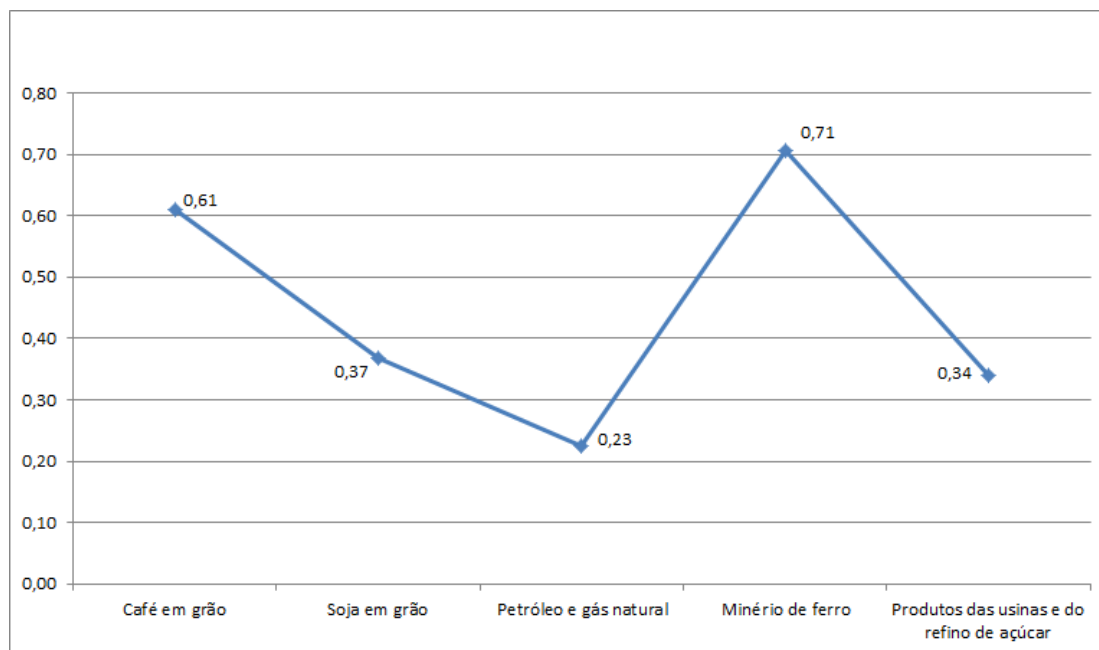
Fonte: Elaboração própria.

Segundo o conceito da contribuição das exportações ( $CX_j$ ) na estrutura de produção (Anexo 1), que pode ser obtida através da relação entre a exportação e a produção total para cada um dos  $j$ -ésimos setores, uma participação maior do que 20% das exportações, por unidade de produção, indica que o setor é voltado para o mercado externo, logo vulnerável ao comércio internacional.

Portanto, todas as atividades analisadas neste estudo são vulneráveis à perda de competitividade, no comércio internacional, perante países com vantagens de localização (posição) e/ou mineiras. *A priori*, o Brasil já possui tais desvantagens competitivas, sobretudo percebidas no segmento de minério de ferro, visto que a Austrália possui um menor custo de extração, bem como de transporte, para os principais mercados consumidores do Sudeste Asiático (China, Coreia do Sul e Japão). De fato, esta desvantagem competitiva se tornaria mais aguda com a imposição de um custo carbono, e conseqüente redução de margem líquida, na medida em que o país já é o competidor de maior custo. Ou seja, quem não percebe a renda de localização e mineira possui menor lucratividade, portanto, menor grau de liberdade para absorver o custo carbono. Este seria o caso das exportações brasileiras, por exemplo, para a China, mas não seria o caso da Austrália.

Logo, haveria excedente de oferta de minério de ferro no Brasil, que não seria absorvida internamente, o que levaria à necessidade de redirecionamento dos fluxos comerciais. O impacto da taxaço de carbono poderia ser absorvido no médio, e no longo prazo, mediante:

- i) O redirecionamento da produção para países com os quais o efeito de falta de competitividade pela localização seja amenizado (mercados dos EUA e da UE);
- ii) A realização de investimentos em pesquisa e desenvolvimento que permitissem reduzir o custo de extração;
- iii) A adoção de medidas de efficientização na produção e no transporte do minério de ferro.



**Figura 7:** Contribuição das exportações (CXj) na estrutura de produção para os setores econômicos brasileiros analisados, 2011.

Fonte: Elaboração própria.

Por meio do conceito de intensidade de exportações e importações (Anexo 1), setores com intensidades maiores do que 10% (indicador 0,1) são vulneráveis à perda de competitividade no comércio internacional (WANG et al., 2011)<sup>10</sup>. Na média, os segmentos exportadores do Brasil possuem um indicador de intensidade de exportações de 0,97, o qual é muito superior à média da economia, que é de 0,17 (Tabela 8).

Todavia, para examinar a intensidade das exportações é necessário diferenciar as características de cada setor produtivo. Segmentos com mais alta intensidade são frequentemente compostos por atividades que envolvem a produção de insumos, tais como minérios, petróleo, produtos agrícolas, entre outros. Para estes segmentos a lucratividade, no curto prazo, seria pouco afetada, na medida em que grande parte das suas transações é realizada com o mercado internacional através de contratos, cujos prazos, em geral, não são inferiores do que 1 ano (PWC, 2006; UNCTAD, 2011). Sobretudo, a vulnerabilidade seria observada a partir da renegociação dos contratos, os quais abrangeriam o custo carbono, conseqüentemente, os levando a buscar novas

<sup>10</sup> O indicador de intensidade de exportação (EXI) é uma medida da dependência de um dado setor econômico à demanda externa. O indicador de intensidade das importações (IMI) provém uma medida da demanda doméstica por insumos, bens e serviços obtidos no exterior.

destinos comerciais e/ou repassar o sobrecusto aos consumidores finais. Nestas condições, e considerando exclusivamente os segmentos de minério de ferro e de petróleo, a integração vertical ora existente nas atividades domésticas poderia permitir a absorção de parte do custo carbono em outros elos da cadeia produtiva. Ou seja, atividades pouco afetadas pela política de taxaço poderiam absorver, através do aumento das margens em outros segmentos da cadeia de produço, e até mesmo do repasse para atividades à jusante, a perda de rentabilidade, protegendo-as, portanto, da perda de competitividade no comércio externo.

**Tabela 8:** Indicadores de intensidade das exportações (EXI) e das importações (IMI) médios por segmentos analisados da economia brasileira, 2011.

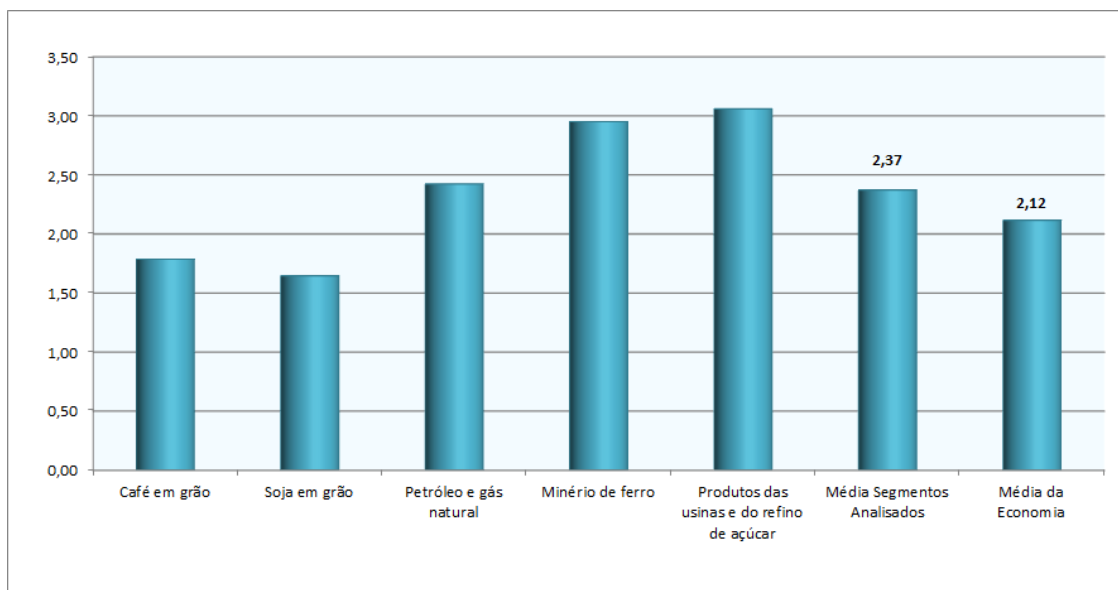
<b>Indicadores de Intensidade</b>	<b>Exportações</b>	<b>Importações</b>
Café em grão	1,36	0,13
Minério de Ferro	2,19	0,09
Petróleo e gás natural	0,28	0,05
Açúcar de cana bruto	0,49	0,04
Soja em grão	0,53	0,08
<b>Média dos Segmentos Analisados</b>	<b>0,97</b>	<b>0,08</b>
<b>Média da Economia</b>	<b>0,17</b>	<b>0,07</b>

Fonte: Elaboração própria.

A análise da estrutura econômico-produtiva dos segmentos energointensivos do Brasil também foi realizada através da obtenço dos multiplicadores setoriais de renda e emprego (Anexo 1). Além de se prestarem a esta análise, estes multiplicadores foram aplicados, *a posteriori*, para avaliar o impacto da política de taxaço de carbono no transporte marítimo sobre a geração de renda e emprego nos segmentos exportadores e na economia brasileira.

Para o ano de 2011, o multiplicador de renda médio para os segmentos analisados foi de 2,37 (Figura 8). Isto indica, que para cada unidade monetária adicionada à demanda final, tem-se um aumento de aproximadamente 2,4 unidades monetárias na renda. Deve-se destacar a pujança dos setores de açúcar e minério de ferro, para os quais os multiplicadores se situam em torno de 3,0.





**Figura 8:** Multiplicadores da renda para os setores econômicos brasileiros analisados, 2011.

Fonte: Elaboração própria.

No que se refere à geração de empregos na economia brasileira, em 2011 constata-se que o setor de serviços foi o mais intensivo em mão-de-obra (52%), seguido pelo setor agropecuário (18%), comercial (16%) e pela indústria extrativo-mineral e de transformação (14%). Os segmentos exportadores, como um todo, e perante a massa de trabalho brasileira, são pouco representativos, perfazendo somente 3,7% do total em 2011. Todavia, o segmento de soja em grão tem destaque, se constituindo no 12º setor mais relevante para a economia brasileira em termos da geração de empregos, com 2,7% do total.

**Tabela 9:** Pessoal ocupado nos diferentes setores/segmentos da economia brasileira em 2011.

Setores/Segmentos	Pessoal ocupado
Agropecuária	17.118.949
<i>Café em grão</i>	685.561
<i>Soja em grão</i>	2.606.694
Indústria Extrativa Mineral	294.555
<i>Minério de Ferro</i>	37.386
<i>Petróleo e Gás</i>	58.799
Indústria de Transformação	12.520.285
<i>Açúcar</i>	159.819
Comércio	15.525.395
Serviços	50.773.425
<b>Total</b>	<b>96.232.609</b>

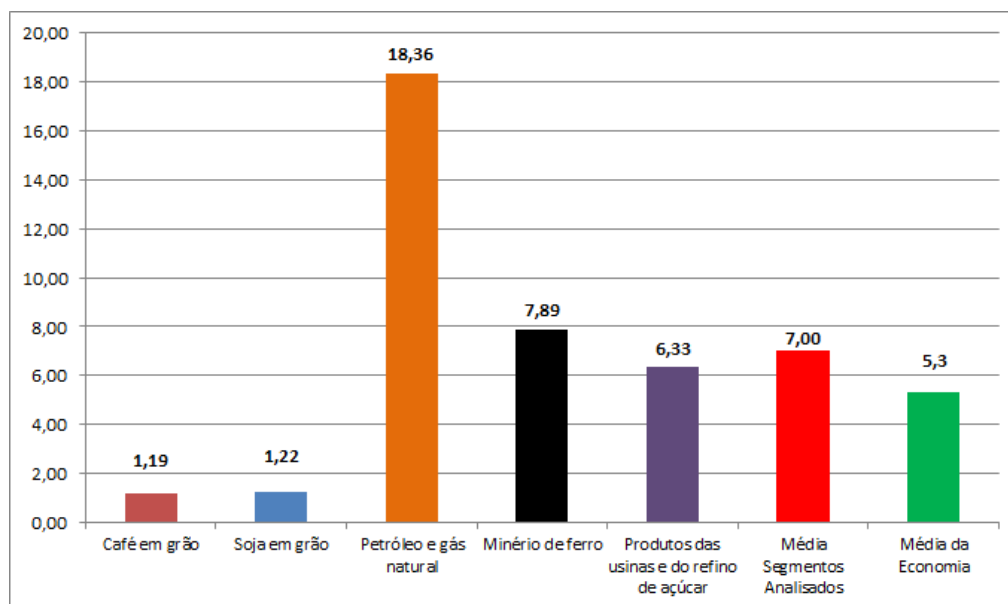
Em seguida, foram obtidos os multiplicadores de empregos totais da economia brasileira (empregos diretos e indiretos). A interpretação dos resultados expostos junto à Figura 9 pode ser realizada em termos de unidades monetárias. Neste caso, dado que a unidade monetária das tabelas insumo-produto é milhões de reais (R\$), os multiplicadores quantificam o número de empregos gerados, direta e indiretamente, quando há um choque de 1 milhão de reais adicionais na demanda final de cada segmento da economia.

Deve-se destacar que o nível de agregação da matriz insumo-produto não permite decompor a etapa de beneficiamento dos multiplicadores de emprego das atividades do setor agropecuário, tais como café e soja em grão. Tipicamente, estes produtos são exportados *in natura* para processamento nos mercados de destino, atividade a qual possui maior multiplicador de emprego. Segundo WIEBUSCH e FOCHEZATTO (2009), a concentração da produção de café e de soja no Brasil em pequenas propriedades rurais, que, em geral, utilizam mão-de-obra informal e temporária, se reflete em um menor potencial de geração total de empregos. Portanto, para considerar a especificidade dos produtos agropecuários não processados foram utilizados valores referenciais da literatura para multiplicadores de emprego total (ANEFALOS e GUILHOTO, 2003; PEREIRA et al., 2008; WIEBUSCH e FOCHEZATTO, 2009).

A despeito do elevado encadeamento com atividades a jusante, sobretudo com o segmento de alimentos e bebidas, os setores de café e soja em grão possuem, perante os setores analisados, o menor efeito de geração total de emprego para a economia brasileira, o que deriva da sua baixa dinâmica produtiva e da informalidade do trabalho (Figura 9). Por outro lado, o segmento de petróleo e gás é dinâmico e tem forte poder de encadeamento com os demais setores da economia, fatores que levam ao maior multiplicador de emprego total entre as atividades analisadas neste estudo (Figura 6).

O multiplicador de empregos da produção de café, que compreende a colheita, limpeza e preparação, secagem, armazenamento, separação, classificação e ensacamento do grão é de 1,19 empregos por milhão de reais adicionais à demanda final. Na medida em que se adiciona o processamento do grão, o que compreende sua torração e moagem, o multiplicador é 1,34. No caso da soja, a inclusão do seu

processamento, o que compreende a sua limpeza, secagem e trituração resulta em multiplicador de 6,33 empregos por milhão de reais adicionados à demanda final. Desconsiderando o processamento, o multiplicador de empregos totais passa a ser de 1,22.



**Figura 9:** Geração de empregos (total) por milhão de reais adicionados à demanda final nos setores econômicos brasileiros analisados, 2011.

Fonte: Elaboração própria a partir de ANEFALOS e GUILHOTO (2003), IBGE (2008), PEREIRA et al. (2008), WIEBUSCH e FOCHEZATTO (2009).

### **1.6. Impactos diretos e indiretos da taxaço de carbono sobre o bunker marítimo para os segmentos exportadores e a economia brasileira**

Neste estudo parte-se da premissa de que a taxaço sobre o bunker marítimo seria imposta, exclusivamente, às exportações do Brasil. Esta premissa reflete a situação onde a competitividade das exportações do Brasil seria mais afetada, sendo, portanto, conservadora, na medida em que uma taxaço de carbono sobre o bunker não afetaria isonomicamente todos os exportadores de commodities. Inicialmente considera-se a situação que mais deterioraria a competitividade e impactaria a economia brasileira, que seria aquela onde a transmissão do custo carbono para o frete seria absorvida somente pelo exportador.

Neste caso, o choque causado pela taxaço, que aumenta o custo do produtor, é transmitido, diretamente, no consumo final de exportação através da redução de

receitas exatamente no montante do sobrecusto. Ou seja, o custo carbono leva a um aumento no consumo intermediário, na medida em que há carbono embutido nas exportações brasileiras, neste caso bunker marítimo utilizado para a movimentação dos navios.

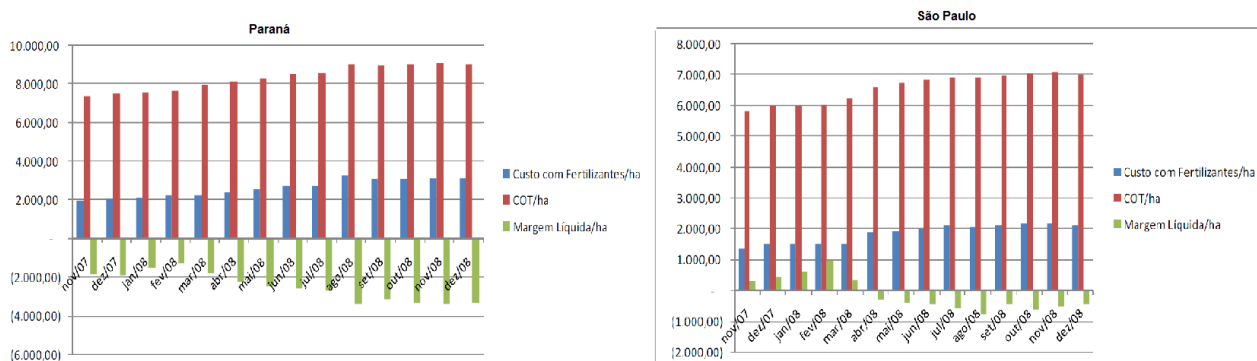
Em suma, a taxaço de carbono implica em um aumento no custo do frete das exportações, que no curto prazo é absorvido pelos produtores. O incremento de custos de produção implica em uma queda na rentabilidade para os segmentos exportadores, na medida em que estes não podem, no curtíssimo prazo, ajustar sua oferta no mercado. No cenário mais restrito de preços de carbono (B), onde se tem uma taxaço de US\$ 50,00/tCO<sub>2</sub>, à exceção da atividades de produção de petróleo e gás, todos os segmentos exportadores teriam significativas reduções em sua rentabilidade. Embora para a economia brasileira a queda no excedente operacional seja desprezível, pontualmente segmentos que já possuem uma margem líquida estreita poderiam ter sua atividade inviabilizada.

**Tabela 10:** Impactos sobre a lucratividade (margem) nos diferentes setores exportadores e na economia brasileira em 2011, considerando a hipótese de transmissão ao produtor.

Impacto sobre a Lucratividade (%)	Cenário A	Cenário B	Cenário C
	US\$ 30,00/tCO <sub>2</sub>	US\$ 50,00/tCO <sub>2</sub>	US\$ 12,00/tCO <sub>2</sub>
Café em grão	-9,83	-14,77	-3,54
Minério de ferro	-3,42	-5,70	-1,37
Petróleo e gás natural	-0,14	-0,24	-0,06
Açúcar de cana bruto	-8,67	-13,47	-3,23
Soja em grão	-7,89	-13,24	-3,18
<b>Total na Economia Brasileira</b>	<b>-0,08</b>	<b>-0,14</b>	<b>-0,03</b>

Este é o caso do segmento de café em grão. A aceleração nos preços do petróleo, desde meados do ano de 2008, pressionou o custo operacional total da atividade, que é intensiva na utilização de insumos de base fóssil (fertilizantes e defensivos agrícolas), e na colheita mecanizada (óleo diesel). Segundo COSTA et al. (2009), as diferentes regiões produtoras de café no Brasil têm apresentado margens negativas por hectare plantado, entre as quais Paraná e São Paulo (Figura 10).

Isso demonstra que uma política de taxaço de carbono no transporte marítimo viria a pressionar ainda mais o setor. Mesmo no cenário C de preços de carbono (US\$ 12,00/tCO<sub>2</sub>), dado o contexto das margens setoriais, a queda ainda seria significativa.



**Figura 10:** Custo com fertilizantes, custo operacional total (COT) e margem líquida da produção de café nos estados do Paraná e São Paulo (R\$/ha), 2007-2008.

Fonte: COSTA et al. (2009).

Segundo MAROUN et al. (2012), situação semelhante tem ocorrido na produção de cana-de-açúcar, a qual em função do incremento no preço das terras, insumos agrícolas e mão-de-obra, tem apresentado margens operacionais crescentemente negativas. Todavia, o aumento no preço do açúcar no mercado internacional (aproximadamente 130% no período 2008-2011) tem levado à recuperação das margens, sobretudo, para empresas que integram as atividades do segmento sucroalcooleiro (UNICA, 2011). Na média, uma empresa integrada tem operado, em São Paulo, com uma lucratividade de aproximadamente 31% (USJ, 2012), o que demonstra que mesmo em um cenário moderado de preços de carbono (cenário – US\$ 30,00 tCO<sub>2</sub>), uma taxa de carbono poderia ser absorvida, sem afetar a competitividade ao nível internacional.

Mesmo a atividade sojicultora, que seria significativamente afetada por uma política de taxaço, poderia, ao patamar atual de rentabilidade, absorver o impacto de um preço de carbono de US\$ 12,00/tCO<sub>2</sub>. Segundo MAROUN et al. (2012), a recuperação da margem dos negócios da soja, que em 2010 no estado do Mato Grosso era de aproximadamente 24% (Tabela 11), deriva do efeito do incremento nos preços internacionais da soja.

Todavia, vale notar a volatilidade da margem da atividade aos preços da soja e do petróleo, que afetam, respectivamente, custos e receitas do negócio. Portanto, salvo alterações estruturais, uma reversão nos patamares atuais de custo dos insumos, e no preço final da soja, possivelmente resultaria em uma reversão do atual cenário de rentabilidade.

**Tabela 11:** Custos de produção, custo de arrendamento, renda média total e margem da sojicultura no estado do Mato Grosso (2002-2010)

Ano	Soja / MT				
	Custo total de arrendamento (CTA)	Custo médio total (CMT)	CTA / CMT	Renda média total (RMT) <sup>a</sup>	Margem líquida
	(R\$/ha/ano)	(R\$/ha/ano)	%	(R\$/ha/ano)	%
2002	102	837	12,2	1.170	39,8
2003	150	1.143	13,1	1.734	51,7
2004	175	1.293	13,5	1.630	26,1
2005	162	1.457	11,1	1.167	-19,9
2006	138	1.316	10,5	923	-29,9
2007	259	1.405	18,4	1.183	-15,8
2008	399	1.885	21,2	1.826	-3,1
2009	420	1.847	22,8	2.041	10,5
2010	349	1.611	21,7	1.992	23,6

<sup>a</sup> Obtida pela multiplicação da produtividade anual média (t./ano) de soja pelo preço real pago pelo produtor (R\$/t.).

Finalmente, no que se refere ao segmento de extração de minério de ferro, que tem no Brasil a Vale como *player* dominante, em qualquer cenário de taxa de carbono haveria, dado o atual patamar de margem operacional, capacidade de absorção do custo carbono. Ainda que nos dois primeiros trimestres de 2012 a lucratividade da companhia tenha caído cerca de 40%, o que está associado a efeitos sazonais sobre a produção e à queda do preço do minério no mercado internacional (VALE, 2012a), a margem ainda se situa em patamar significativo (em torno de 35%). Apesar dos aspectos conjunturais que depreciaram a lucratividade da Vale em 2012, tem-se a expectativa de recuperação em face da construção de dois navios Valemax, que possuem capacidade de transportar 400.000 TPM, e dos quais se esperam economias de escala no transporte (VALE, 2012b).

A introdução de medidas de efficientização no modal de transporte marítimo dos segmentos exportadores do Brasil seria uma medida eficaz para amenizar o efeito da taxa de carbono sobre a rentabilidade. Neste cenário, permitir-se-ia mitigar o

impacto da taxaço em 20%, o que resultaria em que ao atual nível de preço de carbono (cenário C – US\$ 12,00/tCO<sub>2</sub>), os diferentes segmentos exportadores não tivessem perdas significativas em sua rentabilidade.

Exce o deve ser feita ao segmento de produço de café, para o qual a ado o de medidas de efici ntiza o seria insuficiente para a recupera o da margem. Entre as commodities analisadas o café   a que apresenta a maior elasticidade de longo prazo (para cada varia o de 1% no preço, a demanda internacional por café do Brasil cairia 0,72%). Este indicador demonstra que os consumidores externos diminuem quase que proporcionalmente, ao aumento de preços, a demanda pelo café brasileiro. Portanto, o impacto do custo carbono sobre o preço das exporta oes brasileiras de café levaria a uma queda na demanda externa que, *ceteris paribus*, diminuiria a receita do setor, conseqüentemente, afetando ainda mais a sua margem, que já   baixa.

Impende destacar que se trata do pior cenário, no qual se desconsidera o fato de que a queda de lucratividade será transmitida para os consumidores finais das exporta oes. Mais do que isso, refere-se   situa o na qual a taxaço afetaria exclusivamente as exporta oes brasileiras, cenário o qual foi utilizado para fins de modelagem, e que desconsidera o fato de que o MBM incidirá globalmente sobre o transporte marítimo de mercadorias.

**Tabela 12:** Impactos sobre a lucratividade (margem) nos diferentes setores exportadores e na economia brasileira em 2011, considerando a hipótese de transmissão ao produtor e efficientização.

Impacto sobre a Lucratividade (%)	Cenário A	Cenário B	Cenário C
	US\$ 30,00/tCO <sub>2</sub>	US\$ 50,00/tCO <sub>2</sub>	US\$ 12,00/tCO <sub>2</sub>
Café em grão	-7,86	-9,45	-2,27
Minério de ferro	-2,74	-4,56	-1,09
Petróleo e gás natural	-0,12	-0,19	-0,05
Açúcar de cana bruto	-6,93	-10,77	-2,59
Soja em grão	-6,31	-10,59	-2,54
<b>Total na Economia Brasileira</b>	<b>-0,07</b>	<b>-0,11</b>	<b>-0,03</b>

Na medida em que a margem líquida compõe o valor adicionado setorial, a taxaço de carbono também afetaria este agregado. Mesmo em um cenário referencial de preços de carbono (cenário C), a queda sobre o valor adicionado seria significativa no segmento de minério de ferro (Tabela 13). Trata-se do efeito de uma queda na margem, que embora no atual patamar de renda setorial não inviabiliza a atividade, leva à redução significativa no valor adicionado. Esta queda deriva do baixo valor adicionado ao minério de ferro, o qual é exportado na forma bruta para os principais parceiros comerciais do setor (na ordem, China e Japão).

Para os demais segmentos, assim como para a economia brasileira, a queda no valor adicionado não seria significativa. Mesmo produtos de baixo valor adicionado, tais como as commodities agrícolas, seriam pouco afetados. Isto decorre de um pequeno impacto em termos de custo da taxaço perante o agregado setorial, o que não necessariamente representa que pontualmente não possa haver impactos relevantes. Trata-se de uma limitação da base das contas nacionais, que trata as atividades ao nível da agregação setorial, ou seja, os impactos medidos referem-se aos setores, e não às empresas. De fato, como foi mencionado anteriormente, grandes empresas verticalizadas, tais como a Petrobras (petróleo e gás) e a Vale (extração de minérios de ferro), poderiam ter maior capacidade de absorver o custo de uma taxaço de carbono, o que não necessariamente ocorreria para pequenas empresas destes segmentos. E, no caso da Petrobras, não necessariamente isto seria verdade, diante da atual política de determinação de preço ex-refinarias, que tem pressionado negativamente as margens do segmento *midstream* da companhia.



**Tabela 13:** Impactos sobre o valor adicionado nos diferentes setores exportadores e na economia brasileira em 2011, considerando a hipótese de transmissão ao produtor.

Impacto sobre o Valor Adicionado (%)	Cenário A	Cenário B	Cenário C
	US\$ 30,00/tCO <sub>2</sub>	US\$ 50,00/tCO <sub>2</sub>	US\$ 12,00/tCO <sub>2</sub>
Café em grão	-0,07	-0,12	-0,03
Minério de ferro	-3,01	-5,02	-1,20
Petróleo e gás natural	-0,11	-0,19	-0,05
Açúcar de cana bruto	-0,77	-1,28	-0,31
Soja em grão	-0,65	-1,08	-0,26
<b>Total na Economia Brasileira</b>	<b>-0,03</b>	<b>-0,05</b>	<b>-0,01</b>

A adoção de medidas de eficiência amenizaria o impacto sobre a queda do valor adicionado da atividade de extração de minério de ferro, não alterando, todavia, a posição do setor perante o agregado, sem sua introdução. Neste sentido, e considerando a necessidade proteger pequenas empresas, que embora não concentrem grande poder de mercado, representam 45% das empresas registradas no setor (DNPM, 2011), seria desejável a concessão de incentivos fiscais para a adoção de medidas de eficiência na produção, assim minimizando o impacto do repasse do sobrecusto do frete em função da taxaço de carbono<sup>11</sup>. Na sua ausência, a redução das margens, consequentemente, do valor adicionado, poderia inviabilizar a atividade produtiva.

**Tabela 14:** Impactos sobre o valor adicionado nos diferentes setores exportadores e na economia brasileira em 2011, considerando a hipótese de transmissão ao produtor e eficiência

Impacto sobre o Valor Adicionado (%)	Cenário A	Cenário B	Cenário C
	US\$ 30,00/tCO <sub>2</sub>	US\$ 50,00/tCO <sub>2</sub>	US\$ 12,00/tCO <sub>2</sub>
Café em grão	-0,06	-0,09	-0,02
Minério de ferro	-2,41	-4,01	-0,96
Petróleo e gás natural	-0,09	-0,15	-0,04
Açúcar de cana bruto	-0,62	-1,03	-0,25
Soja em grão	-0,52	-0,86	-0,21
<b>Total na Economia Brasileira</b>	<b>-0,03</b>	<b>-0,04</b>	<b>-0,01</b>

<sup>11</sup> A análise dos benefícios decorrentes da concessão de incentivos fiscais para segmentos afetados pela taxaço, ainda que contestável sob o ponto de vista das normas de comércio internacional poderia ser um instrumento eficaz tanto para a proteção da competitividade de empresas com menor capacidade de absorção do custo carbono, quanto para amenizar o impacto da taxaço sobre a economia nacional. Tais efeitos de segunda ordem não foram objetivo de modelagem neste estudo, devendo-se destacar que a modelagem IO permitiu captar efeitos secundários sobre segmentos que se beneficiariam da queda das exportações de minério de ferro, tal qual o segmento de ferro-gusa e aço. Ou seja, tanto os efeitos diretos quanto os indiretos compõem o impacto total da taxaço de carbono sobre a economia brasileira.

Note-se que a perda de valor adicionado resulta em queda na rentabilidade excedente total gerado pela atividade, enquanto a queda na lucratividade expressa a perda de margem operacional líquida do produtor. Trata-se, portanto, no caso das atividades exportadoras de açúcar, café e soja de uma possível inviabilização da atividade no cenário extremo de taxa de carbono. Todavia, não necessariamente um impacto relevante ao nível das atividades exportadora seria negativo, no médio e no longo prazo, para a economia brasileira.

Por exemplo, no setor sucroalcooleiro, a perda de rentabilidade em face da imposição de um custo carbono levaria a um aumento nos preços relativos, o que deterioraria a competitividade do açúcar brasileiro no mercado internacional. Neste caso, as destilarias integradas e flexíveis, além da já mencionada absorção na perda de margem, poderiam produzir uma maior quantidade de álcool etílico e álcool anidro, para o mercado doméstico, em detrimento ao açúcar. Sob o ponto de vista macroeconômico, esta atividade poderia amenizar a demanda externa por álcool anidro, e em termos setoriais, mitigar parte da perda de receitas com a queda na exportação do açúcar.

Segundo o MDIC (2012), o Brasil teve um dispêndio, em 2011, de 380 milhões de dólares com a importação de álcool anidro. Considerando uma queda nas exportações proporcional à observada na demanda final (aproximadamente 10%), e os rendimentos em açúcar e anidro por tonelada de cana, a economia de 38 milhões de dólares em anidro seria sobrepujada em cerca de 500 milhões pela perda de receitas com exportação. Deve-se observar que esta queda de receita seria amenizada em quase 10%, pois a segmento sucroalcooleiro poderia redirecionar parte de sua estrutura produtiva à obtenção de álcool anidro para mistura à gasolina. Todavia, este é um tema que precisa ser estudado, na medida em que depende das políticas de determinação de preço de combustíveis para veículos do ciclo Otto.

Como mencionado na seção metodológica deste estudo, o PIB é invariável, por hipótese, em face da redistribuição da taxa de carbono junto à economia nacional. Ou seja, ocorre simplesmente uma transferência de receita dos segmentos exportadores para o Governo, o qual contabiliza a taxa em termos da arrecadação de tributos. É desejável, conforme se tem discutido junto à literatura, que a taxa seja direcionada a inversões em atividades de baixo carbono nos segmentos abrangidos pela política

carbono-restritiva, neste caso a atividade de transporte marítimo (BRENNER et al., 2007; LIANG et al., 2007; ALDY e PIZER, 2009; FAN et al., 2009; JIANG et al., 2009; SU, 2009; WTO, 2009; THOMAS e CALLAN, 2010; WANG et al., 2011).

A relação do encadeamento de impactos não se dá apenas entre setores produtivos, mas também ao nível da demanda final. A queda na demanda final implica em um efeito renda (GUILHOTO et al., 1996). Para captá-lo, foram estimados os multiplicadores de renda, considerando o novo patamar de demanda final, com intuito de mensurar os impactos decorrentes do custo carbono sobre a renda gerada nos setores analisados e na economia brasileira. O multiplicador da renda é utilizado para mensurar quanto se gera de renda por unidade monetária adicional de demanda final para cada um dos setores  $j$ . Em outras palavras, pode-se mensurar a erosão na renda setorial por unidade de demanda final reduzida em função da transmissão do custo carbono sobre os preços finais.

Como os segmentos de açúcar e soja são os mais impactados em termos da queda na demanda final, seria a queda neste agregado a responsável pelo maior impacto em termos da redução na renda sobre a economia. Em um cenário moderado de preços de carbono (cenário A), a queda na renda gerada pelo segmento açucareiro e sojicultor seria de aproximadamente 2% (Tabela 15). Em um cenário mais agressivo de preços de carbono (cenário B), o impacto sobre a renda seria ainda mais acentuado, no caso de aproximadamente 5% na atividade de açúcar e 3% na de soja. Enquanto a queda na renda da atividade açucareira pode ser explicada pela pujança da geração de renda na economia, com um multiplicador de renda situado em torno de 3,0 (Figura 8), a queda na renda gerada pela soja decorreria da maior fragmentação da oferta de soja ao nível internacional (ou seja, existência de um maior número de players relevantes que poderiam ofertar soja). Finalmente, em termos da redução da geração de renda para a economia como um todo, em qualquer cenário de preços de carbono os impactos seriam modestos.

**Tabela 15:** Impactos sobre a renda nos diferentes setores exportadores e na economia brasileira em 2011, considerando a hipótese de transmissão ao produtor.

Impacto sobre a Renda (%)	Cenário A	Cenário B	Cenário C
	US\$ 30,00/tCO <sub>2</sub>	US\$ 50,00/tCO <sub>2</sub>	US\$ 12,00/tCO <sub>2</sub>
Café em grão	-0,13	-0,21	-0,05
Minério de ferro	-0,20	-0,34	-0,08
Petróleo e gás natural	-0,13	-0,21	-0,05
Açúcar de cana bruto	-1,97	-5,54	-1,33
Soja em grão	-1,98	-3,31	-0,79
<b>Total na Economia Brasileira</b>	<b>-0,06</b>	<b>-0,10</b>	<b>-0,02</b>

A introdução de medidas de eficiência pouco alteraria o cenário, permanecendo um impacto significativo sobre a renda no cenário onde se teria uma taxa de carbono de US\$ 50,00/tCO<sub>2</sub> (cenário B).

**Tabela 16:** Impactos sobre a renda nos diferentes setores exportadores e na economia brasileira em 2011, considerando a hipótese de transmissão ao produtor e eficiência.

Impacto sobre a Renda (%)	Cenário A	Cenário B	Cenário C
	US\$ 30,00/tCO <sub>2</sub>	US\$ 50,00/tCO <sub>2</sub>	US\$ 12,00/tCO <sub>2</sub>
Café em grão	-0,10	-0,17	-0,04
Minério de ferro	-0,16	-0,27	-0,06
Petróleo e gás natural	-0,09	-0,16	-0,04
Açúcar de cana bruto	-1,57	-4,43	-1,06
Soja em grão	-1,59	-2,64	-0,63
<b>Total na Economia Brasileira</b>	<b>-0,05</b>	<b>-0,08</b>	<b>-0,02</b>

Finalmente, através da obtenção dos multiplicadores de emprego, foram estimados os impactos decorrentes da política carbono-restritiva sobre a demanda final, conseqüentemente, sobre a geração líquida de empregos na economia<sup>12</sup>. Segundo MILLER e BLAIR (1985) e GUILHOTO et al. (1996) o multiplicador do emprego setorial, obtido pela razão entre os efeitos diretos e indiretos pelos efeitos de emprego, representa a variação de empregos em toda a economia decorrente da variação da demanda final do j-ésimo setor (MILLER e BLAIR, 1985).

Ainda que possua um multiplicador de empregos não muito elevado ou próximo à unidade (1,22), a massa de trabalho empregada pela atividade sojicultora, bem como o poder de encadeamento com os demais setores da economia fazem com que a

<sup>12</sup> Por redução líquida de empregos se compreende quantos empregos deixariam de ser gerados, diretamente e indiretamente, em relação à linha de base adotada neste estudo, qual seja o ano de 2011.

imposição de uma taxaço de carbono, sobre suas exportações, reflita-se na maior reduço de empregos totais na economia. Esse encadeamento decorre da dependência, sobretudo das atividades da pecuária e da indústria de alimentos, por soja.

Conforme pode ser observado na Tabela 17, na medida em que a taxa de carbono se torna maior, poderiam ser gerados menos 9 a 37 mil postos de trabalho em função da queda na demanda final por soja<sup>13</sup>. Sobretudo em função do segmento sojicultor, mas também de açúcar, a geração líquida de empregos na economia brasileira sofreria uma reduço entre 15 e 50 mil<sup>14</sup> postos de trabalho.

Deve-se destacar, inicialmente, que a sensibilidade ao consumo da soja brasileira, no mercado exterior, foi considerada inelástica. Ou seja, o repasse do custo carbono sobre a atividade teria efeitos menos do que proporcionais em termos de queda na demanda, segundo a hipótese de transmissão ao consumidor. Mais do que isso, considerando a hipótese de transmissão do sobrecusto ao produtor, o que ocorre é uma reduço de margem, e não de demanda. Portanto, o Brasil continuaria exportando a mesma quantidade de soja, porém com margens menores, o que levaria à necessidade de aumento de produtividade e/ou de reduço de custos de produção, neste caso medido através da reduço de mão-de-obra. Finalmente, impende ressaltar que ambas as medidas não são excludentes. Em geral, ganhos de produtividade, em segmentos agrícolas, são obtidos através da introduço da mecanização, que substitui força de trabalho. O estudo deste efeito de segunda ordem deve ser contemplado em análises futuras.

**Tabela 17:** Impactos sobre a geração líquida de empregos em 2011, por setor analisado e total, considerando a hipótese de transmissão ao produtor.

Impacto sobre a Geração Líquida de Empregos (diretos e indiretos)	Cenário A	Cenário B	Cenário C
	US\$ 30,00/tCO <sub>2</sub>	US\$ 50,00/tCO <sub>2</sub>	US\$ 12,00/tCO <sub>2</sub>
Café em grão	-642	-1.027	-257
Minério de ferro	-387	-620	-155
Petróleo e gás natural	-141	-225	-41
Açúcar de cana bruto	-7.332	-11.731	-4.953
Soja em grão	-23.142	-37.027	-9.257
<b>Total na Economia Brasileira</b>	<b>-31.643</b>	<b>-50.630</b>	<b>-14.663</b>

<sup>13</sup> Tais limites resultam em uma reduço da massa de trabalho, no segmento sojicultor, entre 0,4% e 1,4%.

<sup>14</sup> A imposição de uma taxaço de carbono sobre o transporte marítimo internacional geraria, para a economia brasileira, uma reduço entre 0,01% e 0,05% no total de empregos.

A adoção de medidas de efficientização no transporte marítimo, que reduziriam o impacto da taxação em termos de sobrecusto sobre os produtores, assim amenizando o impacto sobre a demanda, permitiria poupar entre 3 e 10 mil postos de trabalho (Tabela 18). Trata-se, portanto, sob o ponto de vista da geração de emprego na economia, de uma medida eficiente, em especial quando considerado o cenário mais restritivo de taxação de carbono.

**Tabela 18:** Impactos sobre a geração líquida de empregos em 2011, por setor analisado e total, considerando a hipótese de transmissão ao produtor e efficientização.

Impacto sobre a Geração Líquida de Empregos (diretos e indiretos)	Cenário A	Cenário B	Cenário C
	US\$ 30,00/tCO <sub>2</sub>	US\$ 50,00/tCO <sub>2</sub>	US\$ 12,00/tCO <sub>2</sub>
Café em grão	-513	-822	-205
Minério de ferro	-310	-496	-124
Petróleo e gás natural	-113	-180	-33
Açúcar de cana bruto	-5.866	-9.385	-3.962
Soja em grão	-18.513	-29.622	-7.405
<b>Total na Economia Brasileira</b>	<b>-25.315</b>	<b>-40.505</b>	<b>-11.729</b>

A hipótese de repasse integral do custo carbono para os produtores expõe a pior situação possível, na medida em que os segmentos exportadores absorvem todo o impacto da taxação de carbono. De fato, é plausível que parte dos agentes logre repassar, via elasticidade preço da demanda, uma fração do sobrecusto advindo da política carbono-restritiva. Trata-se este, portanto, do limite inferior dos impactos advindos da hipotética política de taxação de carbono.

Conforme pode ser verificado na Tabela 19, o repasse para os consumidores permitiria amenizar a perda de rentabilidade das atividades exportadoras em qualquer cenário de taxa de carbono. A introdução de medidas de eficiência deveria ser fomentada, na medida em que permitiria amenizar ainda mais o impacto da política mandatória hipoteticamente aventada (Tabela 20). Contudo, no caso da cafeicultura, a transmissão de parte do sobrecusto para os consumidores finais não seria suficiente para reequilibrar as margens do setor, o que demonstra que medidas adicionais devem ser consideradas para permitir a manutenção da competitividade setorial.

Valeria, neste caso, estudar a possibilidade de reconversão de parte das terras atualmente alocadas na produção de café, produto o qual é voltado, predominantemente, para o comércio exterior (61% do VBP total – Figura 6), para atividades com maior rentabilidade, que tem mercado cativo e que não seriam tão afetadas pela política da taxaço de carbono. Este seria o caso da sojicultura, que apresenta margens que atualmente são compatíveis com a absorço de uma queda de margem entre 2%-9%, dependendo da taxa de carbono, e que tem internamente uma demanda cativa para produço de biodiesel que remunera a atividade em níveis de paridade com o preço internacional da soja.

**Tabela 19:** Impactos sobre a lucratividade (margem) nos diferentes setores exportadores e na economia brasileira em 2011, considerando a hipótese de transmissão ao consumidor final.

Impacto sobre a Lucratividade (%)	Cenário A	Cenário B	Cenário C
	US\$ 30,00/tCO <sub>2</sub>	US\$ 50,00/tCO <sub>2</sub>	US\$ 12,00/tCO <sub>2</sub>
Café em grão	-7,47	-10,16	-2,99
Minério de ferro	-2,26	-3,76	-0,91
Petróleo e gás natural	-0,12	-0,20	-0,05
Açúcar de cana bruto	-4,59	-7,14	-1,84
Soja em grão	-5,29	-8,87	-2,12
<b>Total na Economia Brasileira</b>	<b>-0,04</b>	<b>-0,07</b>	<b>-0,02</b>

**Tabela 20:** Impactos sobre a lucratividade (margem) nos diferentes setores exportadores e na economia brasileira em 2011, considerando a hipótese de transmissão ao consumidor final e eficientização.

Impacto sobre a Lucratividade (%)	Cenário A	Cenário B	Cenário C
	US\$ 30,00/tCO <sub>2</sub>	US\$ 50,00/tCO <sub>2</sub>	US\$ 12,00/tCO <sub>2</sub>
Café em grão	-5,98	-8,13	-2,39
Minério de ferro	-1,81	-3,01	-0,73
Petróleo e gás natural	-0,10	-0,16	-0,04
Açúcar de cana bruto	-3,67	-5,71	-1,47
Soja em grão	-4,23	-7,09	-1,70
<b>Total na Economia Brasileira</b>	<b>-0,03</b>	<b>-0,05</b>	<b>-0,01</b>

O repasse do sobrecusto aos consumidores finais levaria a que somente no cenário mais restritivo de taxa de carbono, e exclusivamente no segmento de minério de ferro, a queda no valor adicionado fosse relativamente acentuada (Tabela 21). Todavia, se a taxaço fosse associada a investimentos em medidas de eficientização

energética no transporte marítimo, mesmo no cenário descrito a taxaço teria efeitos pouco significativos sobre o valor adicionado.

**Tabela 21:** Impactos sobre o valor adicionado nos diferentes setores exportadores e na economia brasileira em 2011, considerando a hipótese de transmissão ao consumidor final.

Impacto sobre o Valor Adicionado (%)	Cenário A	Cenário B	Cenário C
	US\$ 30,00/tCO <sub>2</sub>	US\$ 50,00/tCO <sub>2</sub>	US\$ 12,00/tCO <sub>2</sub>
Café em grão	-0,05	-0,09	-0,02
Minério de ferro	-1,99	-3,31	-0,79
Petróleo e gás natural	-0,10	-0,16	-0,04
Açúcar de cana bruto	-0,41	-0,68	-0,16
Soja em grão	-0,51	-0,85	-0,21
<b>Total na Economia Brasileira</b>	<b>-0,02</b>	<b>-0,04</b>	<b>-0,01</b>

**Tabela 22:** Impactos sobre o valor adicionado nos diferentes setores exportadores e na economia brasileira em 2011, considerando a hipótese de transmissão ao consumidor final e efficientização.

Impacto sobre o Valor Adicionado (%)	Cenário A	Cenário B	Cenário C
	US\$ 30,00/tCO <sub>2</sub>	US\$ 50,00/tCO <sub>2</sub>	US\$ 12,00/tCO <sub>2</sub>
Café em grão	-0,04	-0,07	-0,01
Minério de ferro	-1,59	-2,65	-0,64
Petróleo e gás natural	-0,08	-0,13	-0,02
Açúcar de cana bruto	-0,33	-0,54	-0,13
Soja em grão	-0,41	-0,68	-0,16
<b>Total na Economia Brasileira</b>	<b>-0,02</b>	<b>-0,03</b>	<b>-0,01</b>

Em resumo, como foi visto, considerando o repasse da taxaço exclusivamente para os produtores, os segmentos de açúcar e soja seriam significativamente impactados, em termos de queda na geração de renda, nos cenários A e B de preços de carbono. Todavia, ao transmitir parte do custo carbono para os consumidores finais, o efeito sobre a geração de renda na economia seria expressivamente amenizado (Tabelas 23 e 24). No cenário que prevê a introdução de medidas de eficiência, para nenhum setor, em qualquer cenário de preços de carbono, a queda na renda agregada da economia seria superior a 2%, e na economia como um todo superior 0,1%.



**Tabela 23:** Impactos sobre a renda nos diferentes setores exportadores e na economia brasileira em 2011, considerando a hipótese de transmissão ao consumidor final.

Impacto sobre a Renda (%)	Cenário A	Cenário B	Cenário C
	US\$ 30,00/tCO <sub>2</sub>	US\$ 50,00/tCO <sub>2</sub>	US\$ 12,00/tCO <sub>2</sub>
Café em grão	-0,03	-0,05	-0,01
Minério de ferro	-0,13	-0,08	-0,05
Petróleo e gás natural	-0,03	-0,21	-0,01
Açúcar de cana bruto	-0,83	-2,10	-0,33
Soja em grão	-0,42	-0,69	-0,16
<b>Total na Economia Brasileira</b>	<b>-0,04</b>	<b>-0,06</b>	<b>-0,02</b>

**Tabela 24:** Impactos sobre a renda nos diferentes setores exportadores e na economia brasileira em 2011, considerando a hipótese de transmissão ao consumidor final e eficientização.

Impacto sobre a Renda (%)	Cenário A	Cenário B	Cenário C
	US\$ 30,00/tCO <sub>2</sub>	US\$ 50,00/tCO <sub>2</sub>	US\$ 12,00/tCO <sub>2</sub>
Café em grão	-0,02	-0,04	-0,01
Minério de ferro	-0,11	-0,06	-0,04
Petróleo e gás natural	-0,02	-0,16	-0,01
Açúcar de cana bruto	-0,66	-1,68	-0,25
Soja em grão	-0,33	-0,56	-0,13
<b>Total na Economia Brasileira</b>	<b>-0,03</b>	<b>-0,05</b>	<b>-0,01</b>

Finalmente, o repasse do custo carbono aos consumidores permitiria proteger grande parte dos empregos que seriam perdidos quando de um impacto absorvido exclusivamente pelos produtores. Conforme pode ser observado na Tabela 25, na pior situação, qual seja onde o carbono teria um preço de US\$ 50,00/tCO<sub>2</sub>, seriam gerados menos 17 mil postos de trabalho. Ou seja, seria evitada a perda de 33 mil postos de trabalho (Tabelas 17 e 25)<sup>15</sup>.

A adoção de medidas de eficientização no transporte marítimo, com relação ao mesmo cenário, que como se viu seria significativamente menos impactante com relação à hipótese de repasse da taxa para o produtor, permitiria reduzir a perda de empregos entre 1 e 4 mil postos de trabalho, aproximadamente.

<sup>15</sup> De fato, diferentemente do observado na hipótese de transmissão para o produtor, parte do impacto sobre o nível dos empregos gerados, segundo a hipótese da transmissão do custo carbono para a demanda final, se daria nos países de destino das exportações. Enquanto na hipótese de transmissão ao produtor o custo carbono reduz a lucratividade dos produtores localizados no Brasil, o que reduz o nível de empregos gerados nacionalmente, na hipótese de transmissão para os consumidores finais o efeito deste sobrecusto se dá a jusante, no caso sobre os empregos gerados nos países de destino das exportações brasileiras. Portanto, as estimativas de redução na geração de empregos para o Brasil (Tabelas 25 e 26) estão sobre-estimadas, dado que parte do impacto sobre o nível de empregos criados se daria internacionalmente.

**Tabela 25:** Impactos sobre a geração líquida de empregos em 2011, por setor analisado e total, considerando a hipótese de transmissão ao consumidor final.

Impacto sobre a Geração Líquida de Empregos (diretos e indiretos)	Cenário A	Cenário B	Cenário C
	US\$ 30,00/tCO <sub>2</sub>	US\$ 50,00/tCO <sub>2</sub>	US\$ 12,00/tCO <sub>2</sub>
Café em grão	-154	-257	-62
Minério de ferro	-255	-145	-102
Petróleo e gás natural	-120	-975	-48
Açúcar de cana bruto	-3.081	-7.811	-1.232
Soja em grão	-4.860	-8.100	-1.944
<b>Total na Economia Brasileira</b>	<b>-8.470</b>	<b>-17.288</b>	<b>-3.388</b>

**Tabela 26:** Impactos sobre a geração líquida de empregos em 2011, por setor analisado e total, considerando a hipótese de transmissão ao consumidor final e eficiência.

Impacto sobre a Geração Líquida de Empregos (diretos e indiretos)	Cenário A	Cenário B	Cenário C
	US\$ 30,00/tCO <sub>2</sub>	US\$ 50,00/tCO <sub>2</sub>	US\$ 12,00/tCO <sub>2</sub>
Café em grão	-123	-205	-50
Minério de ferro	-204	-116	-82
Petróleo e gás natural	-96	-780	-38
Açúcar de cana bruto	-2.464	-6.249	-986
Soja em grão	-3.888	-6.480	-1.555
<b>Total na Economia Brasileira</b>	<b>-6.776</b>	<b>-13.830</b>	<b>-2.711</b>

### 1.7. Limitações metodológicas

Como já foi discutido ao longo desse documento, mensurou-se o limite superior dos impactos decorrentes da taxaço de carbono sobre o bunker marítimo, neste caso compreendido através da transmissão exclusiva do MBM sobre os principais segmentos exportadores do Brasil. Ou seja, somente os principais produtos da pauta de exportação nacional absorveriam o impacto do custo carbono, o qual não seria sentido pelos principais competidores internacionais. Trata-se, portanto, de uma análise bastante conservadora, em que se considera que uma taxaço de carbono sobre o bunker não afetaria isonomicamente todos os exportadores de commodities. E, neste sentido, seus resultados tanto podem indicar vulnerabilidades dos exportadores brasileiros- e da economia nacional – à taxaço do bunker marítimo, quanto podem apontar a necessidade de um acordo realmente global para garantir que os efeitos da taxaço de bunker não gerem distorções no comércio internacional.

Ao nível das propostas de MBM que vêm sendo discutidas na IMO, observa-se uma preocupação com a proteção da competitividade de países em desenvolvimento inseridos no comércio internacional, como é o caso do Brasil. Em tese, a adoção de um MBM com vistas a flexibilizar o cumprimento de metas de emissão no transporte marítimo internacional seria global, portanto, o custo carbono seria diretamente proporcional à distância percorrida pelas mercadorias entre os países produtores e os centros consumidores.

A análise dos impactos da adoção de um MBM global exige a implementação de uma modelagem que integre bases insumo-produto dos principais competidores do Brasil no comércio internacional. Para tanto, exigir-se-ia a aplicação de uma modelagem de equilíbrio geral que integrasse tais bases de informação, a qual não seria possível em face das limitações do modelo de equilíbrio geral estático empregado nesse estudo, que captura somente a alocação de recursos em nível intersetorial/nacional. De fato, o emprego de um modelo de EGC dinâmico permitira superar tais limitações, na medida em que possui uma estrutura intertemporal, global e integrada para decisões de produção, consumo e investimento, assim viabilizando a análise da dinâmica de ajustamento para o novo estado estacionário decorrente da adoção de um MBM global sobre o transporte marítimo (PALTSEV *et al.*, 2005).

O emprego de uma modelagem dinâmica poderia revelar situações nas quais a adoção de um MBM sobre o transporte marítimo de mercadorias poderia ser desejável para o Brasil. Por exemplo, uma das propostas que vêm sendo discutidas na IMO diz respeito à reciclagem de parte da taxa de carbono sobre o bunker marítimo junto a países subdesenvolvidos e em desenvolvimento. Uma análise detalhada relativa ao emprego de uma parte desse capital junto à economia brasileira poderia revelar vantagens competitivas de longo prazo para as exportações brasileiras, o que dependeria da destinação desses recursos em face dos efeitos multiplicadores de emprego e renda do Brasil. Na próxima subseção desse estudo, a despeito das limitações já citadas da modelagem de EGC estática empregada, serão medidos efeitos da aplicação dos recursos advindos da taxa de carbono sobre as exportações brasileiras em termos da geração de empregos diretos e indiretos na economia.

Mais do que isso, deve-se compreender que o nível de agregação setorial adotado nesse estudo, o qual advém da estrutura da matriz IO, permite medir somente o impacto médio sobre os setores, e total para a economia. De fato, os diferentes segmentos exportadores do Brasil são compostos por agentes heterogêneos, que possuem diferentes capacidades de absorver o impacto do custo carbono. Por exemplo, como foi visto, os segmentos de açúcar e soja estariam entre os que perderiam maior rentabilidade em face da imposição de um MBM sobre o transporte marítimo de suas mercadorias, o que não necessariamente significaria que todos os agentes desses segmentos perderiam comércio externo. Crescentemente tem-se observado no Brasil uma concentração da produção destas commodities por empresas de grande envergadura, tais como a Bunge e Cosan/Shell (Raizen), respectivamente, na produção de soja e açúcar. Neste contexto, os impactos de perda de rentabilidade, segundo a hipótese de transmissão do custo carbono aos consumidores, levariam a uma concentração ainda maior da produção e exportação de açúcar e soja no Brasil, pois empresas com essa envergadura poderiam absorver o impacto do custo carbono, e ampliar seu poder de mercado pela aquisição de empresas com menor resiliência ao MBM.

Finalmente, o ano-base adotado pode levar a distorções relativas à ciclicidade e à conjuntura econômica. O preço do petróleo afeta diretamente a rentabilidade das atividades analisadas neste estudo, impactando os custos de produção, o armazenamento e o transporte das commodities. O retrato analisado neste estudo, baseado na estrutura da economia brasileira para o ano de 2011, revelou um preço médio dos principais óleos marcadores (WTI e Brent) superior ao observado no período 2000-2007, o que contribuiu para a redução da rentabilidade das atividades exportadoras do Brasil. Portanto, a escolha por outro ano-base, no qual o preço médio do petróleo tenha sido inferior ao observado em 2011, alteraria as estimativas, conseqüentemente, as conclusões obtidas neste estudo.

### **1.8. Pontos de atenção**

Este estudo mostrou que o impacto sobre a lucratividade pode ser relevante para alguns setores, perante cenários elevados de preço de carbono, e frente ao atual cenário

de preços de petróleo. Portanto, em um cenário de menores preços de petróleo, o impacto sobre a lucratividade seria menor, porém, para fazer esta afirmação, seria necessário elucidar:

- i) A relação do preço do petróleo com preço do bunker marítimo. Conforme destacado por BEN (2009), há uma acentuada correlação entre o preço dos petróleos WTI e Brent, com o preço do bunker nos portos de Roterdã e Singapura, no período 1990-2008. Segundo estimativas desse autor, os coeficientes de correlação, respectivamente, para os preços do petróleo WTI e Brent, nos portos de Singapura e Roterdã, seriam de 0,9655 e 0,9653, e de 0,9652 e 0,9672. Portanto, cenários maiores de preço de petróleo transmitem-se em termos do preço do bunker, potencialmente pressionando os custos de transporte marítimo.
- ii) A relação entre o preço do bunker, e o custo do frete marítimo internacional de mercadorias, necessita ser estudada, pois a correlação não é necessariamente alta, e depende do tipo de navio (BEN, 2009)<sup>16</sup>. A razão para uma maior correlação entre o custo do frete por navio Handymax, e os preços de bunker, em comparação com o Panamax, pode ser explicada pelo maior tamanho de navios Panamax (60-80.000 dwt), assim como por contratos de longo prazo, que são usados para comercialização das principais commodities (minério de ferro, carvão e grãos). As taxas de frete Panamax, portanto, são mais inelásticas a variações de preços de bunker. Em contraste, navios do tipo Handymax (45-50,000 dwt), que transportam uma ampla gama de commodities (produtos siderúrgicos, sucata e bauxita) que são negociadas por meio de contratos de curto prazo, são mais sensíveis à variação no preço do bunker. Portanto, outros fatores podem afetar o custo do transporte, entre os quais a existência de sobrecapacidade de transporte marítimo, o leva à queda dos preços relativos do transporte. Nesse contexto, por um lado os segmentos exportadores são pressionados pelo aumento do

---

<sup>16</sup> A correlação do custo do frete de navios Panamax com o preço do bunker no porto de Roterdã, e do custo do frete de navios do tipo Handymax com o preço do bunker no porto de Singapura seria de 0,6553 e 0,7429 (BEN, 2012).

seu custo variável (bunker), e por outro lado tem sua receita reduzida (preço do frete). Pode-se concluir, portanto, que a queda do preço do petróleo no mercado internacional, vis-à-vis do bunker marítimo, é insuficiente para a recuperação das margens dos segmentos exportadores do Brasil.

- iii) A correlação entre o preço do bunker e o tipo de carga transportada. O coeficiente de correlação entre o preço do bunker e a carga total transportada é de 0,834; com cargas de petroleiros marítimos 0,814; e com cargas secas por via marítima 0,855 (EPA, 2008). A razão para estas pequenas diferenças pode ser a maior parcela de carga seca transportada por via marítima (65-70%), em comparação com apenas 30-35% de carga de petroleiros no comércio marítimo total. Além disso, a carga seca é normalmente transportada por navios graneleiros, que operam com maior velocidade, consomem mais combustíveis e passam maior tempo no mar, comparativamente a petroleiros que navegam com menor velocidade e passam mais tempo no porto.
- iv) A relação do preço do petróleo com preço da commodity comercializada via exportação. Um cenário de preço alto de cru também pode ser um cenário de preço alto de algumas commodities, porque este preço alto pode advir de taxas de juros mais baixas (portanto, menores custos de carregamento). Logo, cenários de preços altos de cru significam, para alguns exportadores, tanto redução de margem (via frete, ainda que não completamente transmitido) quanto aumento de margem (via receita, através do preço da commodity). Atualmente, esta conjuntura é verificada para a soja, todavia, no todo, o tema merece ser estudado.
- v) Se a perda de competitividade dos segmentos exportadores brasileiros seria parcialmente, ou totalmente amenizada pela perda de mercado de competidores que possuam desvantagens competitivas, ou mesmo pela inserção de produtos substitutos para as commodities nacionais. Estes efeitos de segunda ordem merecem ser estudados, para o que seria

necessário simular um modelo de Equilíbrio Geral Computável (EGC) dinâmico, que considere matrizes IO mundiais.

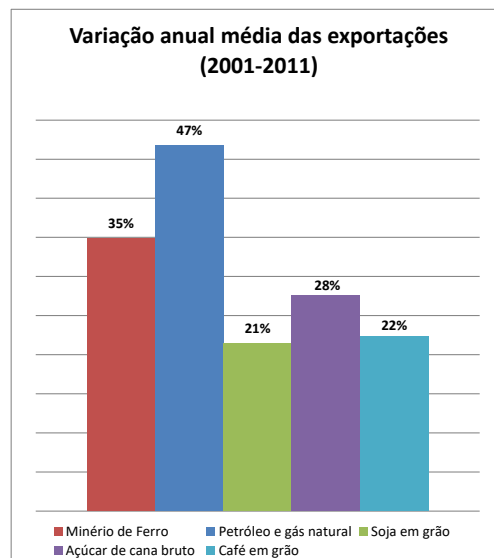
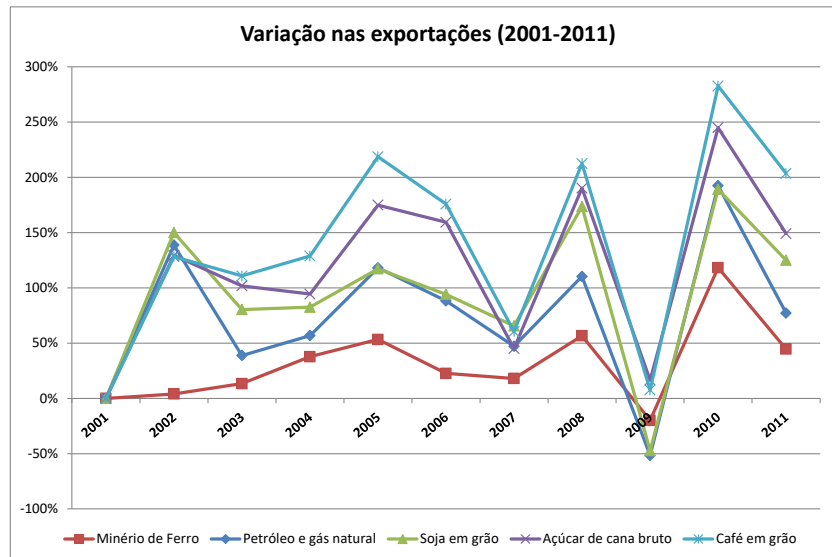
- vi) A tributação sobre a pauta das commodities de exportação do Brasil, a fim de averiguar se incentivos fiscais amenizariam o impacto do custo carbono sobre a margem das atividades. Isto, inclusive, poderia favorecer a integração de atividades exportadoras visando o mercado doméstico.

Adicionalmente, constatou-se uma potencial redução na geração líquida de empregos diretos e indiretos advindos da adoção da taxaço nos segmentos do açúcar, café e soja. Ainda que com relação à massa empregada na economia brasileira, assim como nos próprios segmentos, os impactos relativos fossem pouco significativos, tal aspecto poderia servir de barreira à adoção de metas de redução de emissão por essas atividades.

Como foi visto, a redução na geração líquida de empregos é dada pelo efeito da queda de rentabilidade ora transmitido junto à demanda final (redução de demanda), que pode ser medido segundo os diferentes multiplicadores de emprego setoriais. Todavia, como pode ser observado na Figura 11, à exceção do período no qual à crise econômica mundial foi mais profunda (2009), houve acentuado incremento na receita das exportações dos segmentos analisados neste estudo.

No período 2001-2011, a receita com exportações, medida em dólares/FOB, cresceu consideravelmente em todos os segmentos, com destaque para óleo e gás natural, com crescimento médio nas receitas de 47% ao ano. Tal aspecto revela a existência de uma demanda cativa às exportações provenientes do Brasil, sobretudo naqueles segmentos em que o país possui destaque em termos de escala de produção, como é o caso do açúcar, café em grão, minério de ferro e soja em grão.

**Figura 11:** Variação anual e média na receita das exportações no período 2001-2011 nos segmentos analisados.



Fonte: Elaborado pelos autores a partir de MDIC (2012).

Diante disso, buscou-se verificar qual seria o crescimento na receita de exportações dos segmentos analisados que anularia o impacto da perda de empregos totais, na economia brasileira, em função da imposição do MBM sobre o transporte marítimo. No cenário mais restritivo de preços de carbono (cenário B), e considerando a pior situação possível, qual seja aquela na qual o custo carbono seria absorvido exclusivamente pelos produtores, o aumento necessário na receita com as exportações não seria superior a 4% (setor de minério de ferro). Os segmentos mais impactados em termos de redução de geração líquida de empregos (açúcar, café e soja em grão),



poderiam proteger sua geração líquida de empregos com um incremento na receita de exportações de, respectivamente, 0,6%, 0,1% e 1,3% (Tabelas 27, 28, 29 e 30).

Portanto, um crescimento médio das receitas com a comercialização internacional dessas commodities não maior do que 4%, patamar que é significativamente inferior ao que se observou na última década, seria suficiente para proteger a perda de empregos na economia brasileira.

**Tabela 27:** Incremento necessário às exportações para anular o impacto sobre a geração líquida de empregos considerando a hipótese de transmissão ao produtor.

Variação nas exportações e crescimento acumulado no período 2001-2011	Cenário A	Cenário B	Cenário C
	US\$ 30,00/tCO <sub>2</sub>	US\$ 50,00/tCO <sub>2</sub>	US\$ 12,00/tCO <sub>2</sub>
Café em grão	0,07%	0,12%	0,03%
Minério de ferro	2,40%	3,99%	0,96%
Petróleo e gás natural	0,25%	0,41%	0,10%
Açúcar de cana bruto	0,38%	0,64%	0,15%
Soja em grão	0,77%	1,29%	0,31%
<b>Total na Economia Brasileira</b>	<b>0,22%</b>	<b>0,36%</b>	<b>0,09%</b>

**Tabela 28:** Incremento necessário às exportações para anular o impacto sobre a geração líquida de empregos considerando a hipótese de transmissão ao produtor e efficientização.

Variação nas exportações e crescimento acumulado no período 2001-2011	Cenário A	Cenário B	Cenário C
	US\$ 30,00/tCO <sub>2</sub>	US\$ 50,00/tCO <sub>2</sub>	US\$ 12,00/tCO <sub>2</sub>
Café em grão	0,06%	0,10%	0,02%
Minério de ferro	1,92%	3,19%	0,77%
Petróleo e gás natural	0,20%	0,33%	0,08%
Açúcar de cana bruto	0,31%	0,51%	0,12%
Soja em grão	0,62%	1,03%	0,25%
<b>Total na Economia Brasileira</b>	<b>0,17%</b>	<b>0,29%</b>	<b>0,07%</b>

**Tabela 29:** Incremento necessário às exportações para anular o impacto sobre a geração líquida de empregos considerando a hipótese de transmissão ao consumidor final.

Variação nas exportações e crescimento acumulado no período 2001-2011	Cenário A	Cenário B	Cenário C
	US\$ 30,00/tCO <sub>2</sub>	US\$ 50,00/tCO <sub>2</sub>	US\$ 12,00/tCO <sub>2</sub>
Café em grão	0,02%	0,03%	0,01%
Minério de ferro	0,03%	0,04%	0,02%
Petróleo e gás natural	0,01%	0,02%	0,00%
Açúcar de cana bruto	0,18%	0,30%	0,09%
Soja em grão	0,16%	0,27%	0,08%
<b>Total na Economia Brasileira</b>	<b>0,14%</b>	<b>0,23%</b>	<b>0,07%</b>

**Tabela 30:** Incremento necessário às exportações para anular o impacto sobre a geração líquida de empregos considerando a hipótese de transmissão ao consumidor final e eficientização.

Variação nas exportações e crescimento acumulado no período 2001-2011	Cenário A	Cenário B	Cenário C
	US\$ 30,00/tCO <sub>2</sub>	US\$ 50,00/tCO <sub>2</sub>	US\$ 12,00/tCO <sub>2</sub>
Café em grão	0,02%	0,03%	0,00
Minério de ferro	0,02%	0,04%	0,01
Petróleo e gás natural	0,00%	0,01%	0,00
Açúcar de cana bruto	0,16%	0,28%	0,08
Soja em grão	0,14%	0,25%	0,07
<b>Total na Economia Brasileira</b>	<b>0,11%</b>	<b>0,18%</b>	<b>0,06%</b>

Todavia, a proteção à perda de empregos, em função do aumento com as receitas de exportação, seria uma decisão tomada ao nível privado, que poderia ocasionar um *trade-off* entre aumento de rentabilidade e diminuição da massa salarial. Para minimizar a propensão privada ao aumento de rentabilidade, em detrimento à geração de empregos, seria desejável a ação governamental, através da utilização de mecanismos de política pública (investimentos em infraestrutura, incentivos fiscais, subsídios, entre outros), reciclando a arrecadação obtida com a taxaço de carbono nos segmentos abrangidos por esse MBM.

Assim, seria minimizado o grau de liberdade do agente privado com vistas a aumentar sua rentabilidade. Ou seja, o recebimento de incentivos exigiria, compulsoriamente, a geração de empregos dentro do próprio setor. Para modelar o efeito dessa arrecadação, e posterior concessão de incentivos para a geração de empregos, foram simuladas novas matrizes insumo-produto incorporando o montante integral de recursos obtidos com a taxaço como concessão fiscal dentro de cada segmento. Trata-se, portanto, de testar em que medida a reciclagem integral da taxa de carbono seria capaz de gerar empregos líquidos dentro da economia brasileira.

Embora seja questionável se os recursos obtidos com a taxaço sobre o transporte marítimo internacional retornariam integralmente à origem de exportações, constata-se que esta seria uma política eficaz não somente para a proteção do nível de empregos, mas também para a expansão da massa de trabalho empregada. Segundo a hipótese transmissão para o produtor, que seria a situação na qual o efeito multiplicador da reciclagem seria menor, em face de o impacto ser inteiramente absorvido ao nível

privado, poderiam ser gerados entre 4 e 20 mil postos de trabalho, aproximadamente (Tabela 31). Finalmente, no cenário no qual a reciclagem teria maiores efeitos multiplicadores (em face da transmissão de parte do custo carbono para os consumidores finais) permitir-se-iam criar, nos limites inferior e superior de preços de carbono, entre 14 e 54 mil novos postos de trabalho (Tabela 32).

**Tabela 31:** Impactos da taxaço, arrecada o e reciclagem integral da taxa sobre o nível de empregos dos segmentos abrangidos pelo MBM, considerando os cenários A, B e C de preços de carbono e a hipótese de transmissão ao produtor.

Segmentos	Impacto Privado (US\$ milhões)	Arrecada�o do Governo (US\$ milhões)	Impacto da Taxaço sobre os Empregos	Impacto da Reciclagem da Taxaço sobre os Empregos	Impacto Líquido sobre os Empregos
<b>Cenário A (US\$ 30,00/tCO<sub>2</sub>)</b>					
Café em grão	3	3	-642	682	40
Minério de ferro	18	352	-387	7.740	7.353
Petróleo e gás natural	2	35	-141	2.822	2.681
Açúcar de cana bruto	14	17	-8.332	8.475	143
Soja em grão	63	63	-23.142	23.382	240
<b>Total na Economia Brasileira</b>	<b>100</b>	<b>470</b>	<b>-31.643</b>	<b>42.820</b>	<b>10.457</b>
<b>Cenário B (US\$ 50,00/tCO<sub>2</sub>)</b>					
Café em grão	4	4	-1.027	1.070	43
Minério de ferro	29	587	-620	12.899	12.279
Petróleo e gás natural	12	59	-225	4.703	4.478
Açúcar de cana bruto	40	28	-11.731	14.125	2.394
Soja em grão	106	106	-37.027	37.570	543
<b>Total na Economia Brasileira</b>	<b>192</b>	<b>783</b>	<b>-50.630</b>	<b>71.367</b>	<b>19.737</b>
<b>Cenário C (US\$ 12,00/tCO<sub>2</sub>)</b>					
Café em grão	1	1	-257	277	20
Minério de ferro	7	141	-155	3.094	2.939
Petróleo e gás natural	1	14	-41	1.120	1.079
Açúcar de cana bruto	6	7	-3.332	3.390	58
Soja em grão	25	25	-9.257	9.387	130
<b>Total na Economia Brasileira</b>	<b>40</b>	<b>188</b>	<b>-14.663</b>	<b>17.208</b>	<b>4.226</b>

**Tabela 32:** Impactos da taxaço, arrecada o e reciclagem integral da taxa sobre o nível de empregos dos segmentos abrangidos pelo MBM, considerando os cenários A, B e C de preços de carbono e a hipótese de transmissão ao consumidor final.

Segmentos	Impacto Privado (US\$ milhões)	Arrecada�o do Governo (US\$ milhões)	Impacto da Taxaço sobre os Empregos	Impacto da Reciclagem da Taxaço sobre os Empregos	Impacto Líquido sobre os Empregos
<b>Cenário A (US\$ 30,00/tCO<sub>2</sub>)</b>					
Café em grão	1	3	-154	642	488
Minério de ferro	12	352	-255	7.740	7.485
Petróleo e gás natural	1	35	-120	2.822	2.702
Açúcar de cana bruto	14	17	-3.081	8.475	5.394
Soja em grão	13	63	-4.860	23.142	18.282
<b>Total na Economia Brasileira</b>	<b>41</b>	<b>470</b>	<b>-8.470</b>	<b>42.820</b>	<b>34.350</b>
<b>Cenário B (US\$ 50,00/tCO<sub>2</sub>)</b>					
Café em grão	2	4	-257	1.070	813
Minério de ferro	19	587	-145	12.899	12.754
Petróleo e gás natural	2	59	-975	4.703	3.728
Açúcar de cana bruto	22	28	-7.811	14.125	6.314
Soja em grão	21	106	-8.100	38.570	30.470
<b>Total na Economia Brasileira</b>	<b>66</b>	<b>783</b>	<b>-17.288</b>	<b>71.367</b>	<b>54.079</b>
<b>Cenário C (US\$ 12,00/tCO<sub>2</sub>)</b>					
Café em grão	1	1	-62	257	195
Minério de ferro	5	141	-102	3.094	2.992
Petróleo e gás natural	1	14	-48	1.120	1.072
Açúcar de cana bruto	6	7	-1.232	3.480	2.248
Soja em grão	5	25	-1.944	9.257	7.313
<b>Total na Economia Brasileira</b>	<b>17</b>	<b>188</b>	<b>-3.388</b>	<b>17.208</b>	<b>13.820</b>

Portanto, conclui-se que a reciclagem da taxa de carbono dentro da economia seria uma política eficaz para a gera o de postos de trabalho, sobretudo se empregada em segmentos que possuem maiores multiplicadores totais de emprego. Sob o ponto de vista privado, em se verificando o crescimento médio nas receitas de exporta o da última década, não necessariamente os segmentos precisariam reduzir seu custo com o fator trabalho. Porém, isto exigiria a ado o de mecanismos de política pública que atrelassem uma possível reciclagem da taxaço de carbono, dentro do próprio setor, com a manuten o da massa de empregos.

# 3. CONSIDERAÇÕES FINAIS 🐼



A aplicação de uma taxa de carbono, sobre transporte marítimo, teria um impacto significativo sobre os diferentes agregados setoriais do Brasil apenas em patamares de preço de carbono substancialmente mais elevados aos observados no mercado. Ao preço atual do mercado de carbono europeu, as exportações brasileiras não seriam significativamente impactadas por uma taxa de carbono no transporte marítimo.

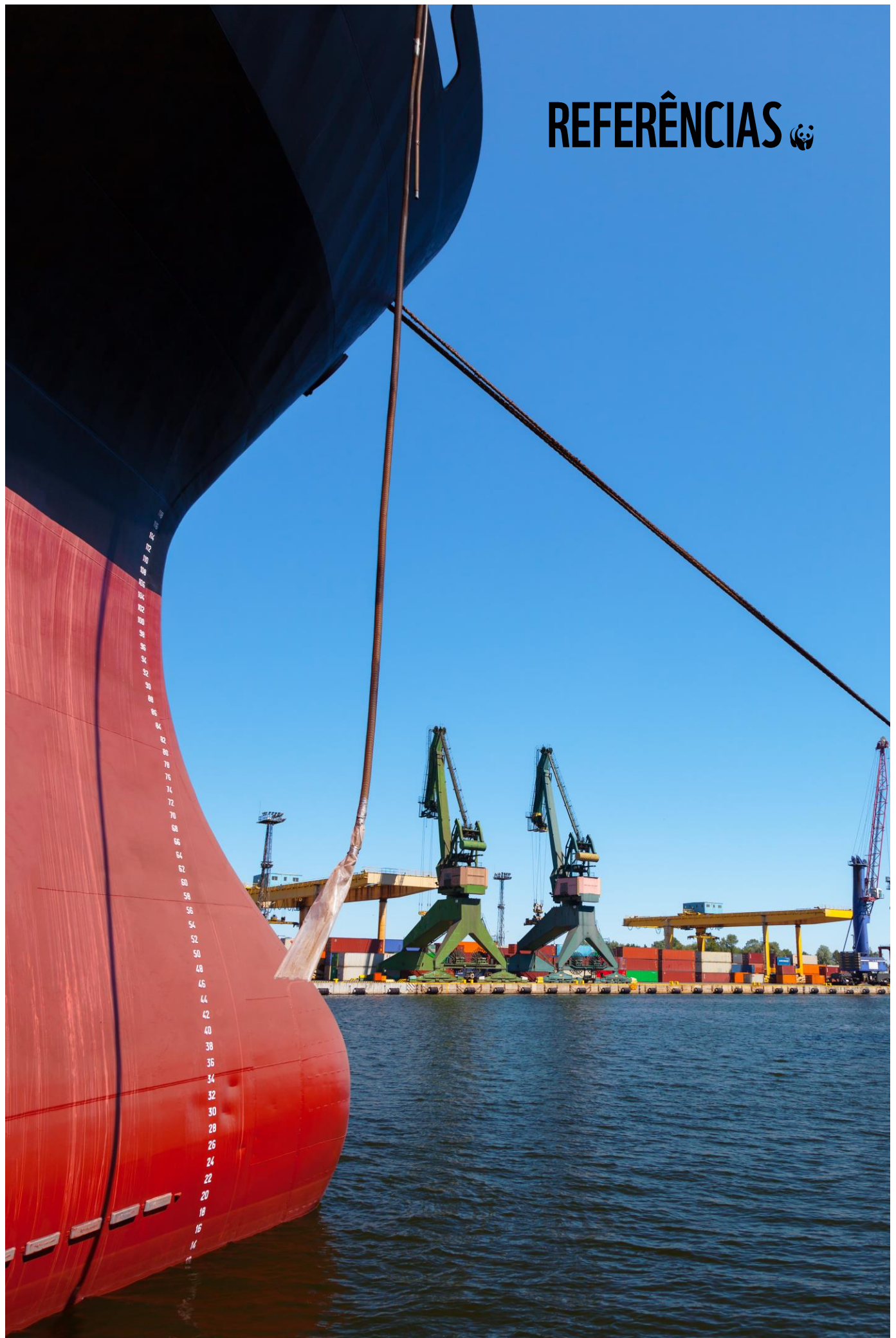
Aos preços de 30 a 50 US\$/tCO<sub>2</sub>, e considerando a hipótese de transmissão do sobrecusto da taxa integralmente para o produtor, as exportações de soja, açúcar e café seriam negativamente impactadas, sobretudo em termos de lucratividade. Todavia, não necessariamente este impacto deixaria ser absorvido, na medida em que as atividades da sojicultura e açucareira, atualmente, possuem margens operacionais favoráveis. Mais do que isso, mesmo em condições nas quais as exportações de um determinado produto nacional perdessem competitividade em nível internacional, isso poderia favorecer a implementação/sustentação de outras políticas em nível doméstico. Para tanto é necessário estudar em que medida o efeito sobre o açúcar poderia levar a uma maior conversão de etanol; e no caso da soja, avaliar o efeito de uma perda de competitividade das exportações em termos de uma maior destinação do óleo de soja para produção de biodiesel; e no caso do café uma mudança do uso do solo para outras culturas com maior rentabilidade. Todos esses aspectos, além de amenizar o impacto sobre os agregados analisados neste estudo, poderiam promover a eficiência da atividade econômica. Em suma, todos os efeitos de segunda ordem, decorrentes da aplicação de uma política de taxa sobre o transporte marítimo, necessitam ser mais bem estudados, porque dependem de outros fatores, tais como a política atual de tributação de combustíveis automotivos no Brasil.

Neste estudo, partiu-se da premissa de que a arrecadação da taxa de carbono seria integralmente destinada ao governo brasileiro, premissa a qual pode ser frágil na medida em que se aventava que os recursos obtidos com taxa sobre o bunker marítimo possam compor um fundo global para investimentos em mitigação nos países em desenvolvimento. Por esse motivo, é necessário averiguar que impacto teria para o PIB uma situação na qual a taxa de carbono, percebida sobre o bunker, não fosse integralmente transferida ao Governo Brasileiro.

Mais do que isso, é necessário analisar impactos sobre o câmbio decorrentes do impacto da taxação de carbono sobre a competitividade das exportações. SCHAEFFER et al. (2012) demonstram que os impactos de uma taxação balizada internacionalmente em US\$/tCO<sub>2</sub> são sensíveis a variações na taxa de câmbio. Especificamente quando se considera o repasse de preço ao consumidor final no país de destino das exportações, vale notar que o relevante seria a sua taxa de câmbio.

Finalmente, é necessário notar que a tendência de maior especificação de qualidade para bunker (teor de enxofre e densidade), e conseqüente aumento de preço, deve pressionar ainda mais o impacto sobre a pauta de exportação brasileira, sobretudo, para os produtos secos. Portanto, estudos futuros também devem abranger diferentes cenários de especificação de bunker, os quais resultariam em diferentes fatores de emissão por tipo de navio.

# REFERÊNCIAS





- ALDY, J.E., PIZER, W.A., 2009, The Competitiveness Impacts of Climate Change Mitigation Policies. Pew Center on Global Climate Change, pp. 1-41.
- ANEFALOS, L.C., GUILHOTO, J.J.M., 2003. Estrutura do mercado brasileiro de flores e plantas ornamentais. *Agric. São Paulo* 50(2), p.41-63.
- ANTAQ-SNM-GDM, 2012. Relatório “Panorama de Navegação Marítima e de Apoio”. Agência Nacional de Transportes Aquaviários - Superintendência de Navegação Marítima e de Apoio. Relatório disponibilizado em 30 de maio de 2012.
- ARCHER, M., 2012. Resumo estratégico – Setembro 2012. Petrobras.
- BARON, R., BARNESLEY, I., ELLIS, J., 2008, Options for Integrating Sectoral Approaches into the UNFCCC, IEA and OECD.
- BEN, N. D, 2009. Impact of high fuel costs on the shipping industry and world trade. Cardiff University Conference on The Globalization and its Implications for Shipping in the 21st Century Cardiff, Wales, UK CF10 3 XQ – 22 January 2009.
- BÊRNI, D. DE A., LAUTERT, V., 2011, Mesoconomia – Lições de contabilidade social: A mensuração do esforço produtivo da sociedade. Porto Alegre, Bookman.
- BOSETTI, V., CARRARO, C., DUVAL, R. et al., 2009. The Role of R&D and Technology Diffusion in Climate Change Mitigation: New Perspectives using the WITCH Model. OECD Working Paper, no. 664.
- BRENNER, M., RIDDLE, M., BOYCE, J.K., 2007, “A Chinese sky trust? Distributional impact of carbon charges and revenue recycling in China”, *Energy Policy*, v. 35, pp. 1771–1784.
- BYE, B., 2000, “Environmental tax reform and producer foresight: An intertemporal computable general equilibrium analysis”, *Journal of Policy Modeling*, v. 22, pp. 719–752.
- CARUSO, R.C., 2002. Análise da oferta e demanda de açúcar no estado de São Paulo. Dissertação de Mestrado. ESALQ/USP. Março 2002.
- CHOI, J. K., BAKSHI, B. R., HAAB, T., 2010, “Effects of a carbon price in the U.S. on economic sectors, resource use, and emissions: An input-output approach”, *Energy Policy*, v. 38, pp. 3527–3536.
- COOPER, J.C.B., 2003. Price elasticity of demand for crude oil: estimates for 23 countries. Organization of the Petroleum Exporting Countries. March 2003.
- COSTA, C.H.G., CASTRO, L.G., ANDRADE, F.T., ET AL., 2009. Composição dos custos e margem líquida da cafeicultura nas principais regiões produtoras de café no Brasil. SOBER 47º CONGRESSO. Sociedade Brasileira de Economia Rural, Porto Alegre, 2009.
- CRIST, P., 2009. Greenhouse gas emissions reduction potential from international shipping. Joint Transport Research Centre, OECD. Discussion Paper 2009-11, May 2009. 48p.
- DAIWA, 2009, Carbon Outlook: Recovery from oversold position or dead cat bounce. Utilities, Industry Report, Daiwa Research Institute.
- DALKMANN, H., BINSTED, A., 2010, Copenhagen Accord NAMA Submissions: Implications for Transport Sector. Bridging the Gap, Pathways for transport in the post 2012 process.
- DAVIDSON, M., FABER, J., MARKOWSKA, A., 2009. Impacts of proposed MBIs on the competitiveness of the Dutch maritime sector Delft, CE Delft, July 2009
- DAVIDSON, M., FABER, J., MARKOWSKA, A., 2010. Comparison of Market-based Measures to Reduce GHG Emissions from Shipping. CE Delft, July 2010.
- DEN ELZEN, M.G.J., HOHNE, N., VLIET, J., et al., 2009, Exploring Comparable Post-2012 Reduction Efforts for Annex I Countries. MNP Report, no. 500102019, February.
- DEUTSCHE BANK, 2009, Improving the Efficiency of the Carbon Market. IFRI Conference, Brussels.
- DNPM, 2011. Anuário Mineral Brasileiro. Parte I – Estatística do Brasil. Departamento Nacional de Produção Mineral.

EC, 2007a, An Energy Policy for Europe. Communication from the Commission to the European Council and the European Parliament. European Communities.

EPA, 2008. Global trade and fuels assessment – Future trends and effects of requiring clean fuels in the marine sector. United States Environmental Protection Agency, EPA420-R-08-021, November 2008.

EPE, 2007, Plano Nacional de Energia 2030. Rio de Janeiro, Ministério das Minas e Energia – MME.

FAN, G., CAO, J., YANG, H.W., et al., 2009, Economic Development and Low Carbon Economy: China and the World, paper prepared for the Forum Economic Development and Low Carbon Economy: China and the World, Beijing.

FISHER-VANDEN, K., HO, M. S., 2007, How do market reforms affect China's responsiveness to environmental policy? *Journal of Development Economics*, v. 82, pp. 200–233.

FORTIS, 2008, The Global Carbon Market. CDM/JI and the interaction with the EU-ETS.

GOTTINGER, H. W., 1998, "Greenhouse gas economics and computable general equilibrium, *Journal of Policy Modelling*", v. 20, pp. 537–580.

GUILHOTO, J. J. M., SONIS, M., HEWINGS, G. J., 1996, Linkages and multipliers in a multiregional framework: integration of alternative approaches. Urbana: University of Illinois. Regional Economics Applications Laboratory. 20p. (Discussion Paper, 96-T-8).

GUILHOTO JJM, SESSON FILHO UA., 2005. Estimação da matriz insumo-produto a partir de dados preliminares das contas nacionais. *Econ Appl* 9:277-95.

HO, M. S., MORGENSTERN, R. SHIH, J., 2008, The Impact of Carbon Price Policies on U.S. Industry. September 26, 2008. working paper.

IBGE, 2009, Dados gerais da indústria extrativa mineral, de transformação e de construção, segundo classe e gêneros Estado do Rio de Janeiro, 2002-2008. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 01/09/2011.

IBGE, 2011, Contas Nacionais, Rio de Janeiro.

IBGE, 2012a, Sistema de Contas Nacionais – Brasil 2005-2009. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/contasnacionais/2009/default.shtm>>. Acesso em: 04/01/2012.

IBGE. 2008, Matriz de Insumo-Produto Brasil: 2000/2005. Contas nacionais, n. 23. Rio de Janeiro.

IDEACARBON, 2008, What a recession means for the carbon market in Europe. October.

IEA, 2011. CO2 emissions from fuel combustion. OECD/IEA, 2011. Disponível em: <<http://www.iea.org/co2highlights/co2highlights.pdf>>. Acesso em: 14/12/2011.

IMO, 2009. Prevention of Air Pollution from Ships, Second IMO GHG Study 2009. Update of the 2000 IMO GHG Study, Final report covering Phase 1. Disponível em [http://www.imo.org/includes/blastDataOnly.asp/data\\_id%3D26046/4-7.pdf](http://www.imo.org/includes/blastDataOnly.asp/data_id%3D26046/4-7.pdf). Acesso em 15/09/2012.

IMO, 2011. Review of proposed MBMs. Towards an optimal rebate key for a global maritime MBM. Submitted by the World Wide Fund for Nature (WWF). GHG-WG 3/3/11, 25 February 2011. 21p.

IMO, 2012. Market-Based Measures. Available at <http://www.imo.org/ourwork/environment/pollutionprevention/airpollution/pages/market-based-measures.aspx>. Access on 01 December 2012.

IPAM, 2012, Compilação dos principais resultados da COP17 sobre o novo Protocolo de Kyoto, salvaguardas de REDD+, níveis de referência, Fundo Verde para o clima e LULUCF. Disponível em: <<http://ipam.org.br/biblioteca/livro/Resumo-dos-resultados-da-COP-17/611>>. Acesso em: 14/01/2012.

IPEADATA, 2011. Site: Macroeconômico. Disponível em: <<http://www.ipeadata.gov.br/Default.aspx>>. Acesso em: 25/06/2011.

JIANG, K.J., HU, X.L., DENG, Y.Y., et al., 2009, Impact of carbon tax and analysis on related issues. In: HU, X.L., WANG, J.Z., CEN, L.Y. et al. 2050 China Energy and CO2 Emissions Report Science Press, Beijing,

pp.413–445.

JP MORGAN, 2008, European Utilities. All you ever wanted to know about carbon trading 6.1.

KEMFERT, C., WELSCH, H., 2000, “Energy–capital–labor substitution and the economic effects of CO<sub>2</sub> abatement: Evidence for Germany”, *Journal of Policy Modeling*, v. 22, pp. 641–660.

KIM, S.H., HIROKI, K., 2008, Sectoral Approaches: Concept and Application, IEEJ.

LENZEN, M., 2001, “Errors in Conventional and Input-Output-based Life-Cycle Inventories”, *Journal of Industrial Ecology*, v. 4, pp. 127–148.

LIANG, Q.M., FAN, Y., WEI, Y.M., 2007, “Carbon taxation policy in China: how to protect energy-and-trade-intensive sectors?”, *Journal of Policy Modeling*, v. 29, pp. 311–333.

LINDSTADT, H., BJORN, E.A., STROMMAN, A.H., 2011. Reductions in greenhouse gas emissions and cost by shipping at lower speeds. *Energy Policy* 39, p. 3456-3464.

MARGARIDO, M.A., TUROLLA, F.A., BUENO, C.R.F., 2007. The world Market for soybeans: price transmission into Brazil and effects from timing of crop and trade. *Nova Economia* 17, p.241-270, maio-agosto de 2007.

MAROUN, C., RATHMANN, R., SCHAEFFER, R. 2012. Brazilian Biofuels Programmes from the WEL Nexus Perspective. In: European Union. (Org.). *Confronting Scarcity: Managing water, energy and land for inclusive and sustainable growth. Confronting Scarcity: Managing water, energy and land for inclusive and sustainable growth*. Bélgica: Overseas Development Institute (ODI), 2012. p.1-48.

MCKIBBIN, W. J., WILCOXEN, P. J., 2009, The Economic and Environmental Effects of Border Tax Adjustments for Climate Policy. Working Paper in International Economics, February 2009, n. 1.09. Lowy Institute for International Policy.

MDIC, 2012, Análise de Informações de Comércio Exterior: Exportações e Importações. Sistema Aliceweb 2, Sistema de Análise das Informações de Comércio Exterior via Internet. Disponível em: <<http://alicesweb2.mdic.gov.br//menu/index/item/alicesweb>>. Acesso em: 11/10/2012.

MECKLING, J.O., CHUNG, G.Y., 2009, Sectoral Approaches to International Climate Policy: A Typology and Political Analysis. Harvard Kennedy School, Harvard University, Discussion Paper 2009-02.

MENG, Q., WANG, S., 2011. Optimal operating strategy for a long–haul liner service route. *European Journal of Operational Research* 215, p. 105-114.

MILLER, R., BLAIR, P., 1985, Input-output analysis: foundations and extensions. Englewood Cliffs. New Jersey, Prentice-Hall.

MDIC, 2012. Sistema AliceWeb. Dados de comércio exterior, Brasília.

MMA. 2008, Plano Nacional sobre Mudança do Clima – PNMC. Brasil, Governo Federal, Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima, Brasília.

MONJON, S., QUIRION, P., 2010, “How to design a border adjustment for the European Union Emissions Trading System”, *Energy Policy*, v. 38, pp. 5199-5207.

MORTATTI, C.M., MIRANDA, S.H., BACCHI, M.R.P., 2011. Determinantes do comércio Brasil-China de commodities e produtos industriais: Uma aplicação VECM. *Economia Aplicada* 15, p.311-335.

NEW CARBON FINANCE, 2008, Fundamentals point to higher carbon prices. May.

NISHIJIMA, M., SAES, M.S., POSTALI, F.A.S., 2012. Análise da concorrência no mercado mundial de café verde. *RESR*, Piracicaba-SP, vol.50, p.69-82. Jan/Mar 2012.

NOTEBOON, T.E., VERNIMMEN, B., 2009. The effect of high fuels costs on linear service configuration in container shipping. *Journal of Transport Geography* 37, p.413-423.

PALTSEV, S., REILLY, J.M., JACOBY, H.D., et al., 2005, The MIT Prediction and Policy Analysis (EPPA) Model: Version 4. Report N° 125.

PALTSEV S., REILLY J.M., JACOBY, H.D. et al., 2009. The Cost of Climate Policy in the United States. Joint Program Report Series, Report 173.

- PEREIRA, V.L. et al., 2008. Análise do setor de energia elétrica do estado do Pará: Uma aplicação da matriz insumo-produto. *Amazônia* 4, n.7, jul./dez. 2008.
- PIERRE, C., 2011. In slow steaming a sustainable means of reducing CO2 emissions from container shipping? *Transportation Research Part D* 16, p. 260-264.
- POINT CARBON, 2010, Carbon Market Monitor: 2010, year in review. Point Carbon Research, 11 January 2010.
- POINT CARBON, 2011, Carbon Market Price: EUA price forecasts. Thomson Reuters Point Carbon, Carbon Market Brief, 24 November 2011.
- PURVIS, N., GRAUSZ, S., 2012. Sink or Swim: The Economic Impacts of an International Maritime Emissions System for Greenhouse Gases on the United States. *Global Economy and Development*, Brookings. 18p.
- PWC, 2006. Real time: International Financial Reporting Standards in the Mining Sector. PriceWaterhouseCoopers, 2006. 32p.
- ROPPA, B. F. 2005. Evolução do consumo de gasolina no Brasil e suas elasticidades: 1973-2003. Monografia de Bacharelado, Instituto de Economia, Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- SCHAEFFER, R., SZKLO, A., RATHMANN, R., et al., 2012, Impactos da Adoção de Metas de Redução de Emissão de Gases de Efeito Estufa sobre Setores Energointensivos do Estado do Rio de Janeiro, Alternativas e Custos de Mitigação. Estudo contratado pela Secretaria Estadual do Ambiente, Subsecretaria de Economia Verde. SEA: Rio de Janeiro, 372p.
- SCHMIDT, J, HELME, N., LEE, J., et al., 2008, "Sector-based approach to the post-2012 climate change policy architecture", *Climate Policy*, v. 8, pp. 494–515.
- SCRIMGEOUR, F., OXLEY, L., FATAI, K., 2005, "Reducing carbon emissions? The relative effectiveness of different types of environmental tax: The case of New Zealand", *Environmental Modelling & Software*, v. 20, pp. 1439–1448.
- SOCIETE GENERALE, 2010, EU CO2 permits 22-60 euros a tonne in 2020. Reuters, Business & Financial News, Breakin US & International News. Disponível em: <<http://www.reuters.com/assets/print?aid=USTRE69O2G820101025>>. Acesso em: 20/11/2010.
- SU, M., 2009, Analysis on the Implementation of Carbon Tax in China, paper presented at International Symposium on a Carbon Tax, Beijing.
- THOMAS, J.N., CALLAN, S.J., 2010, *Economia Ambiental: fundamentos, políticas e aplicações*. São Paulo, Cengage Learning.
- TOL, R.S.J., 2009, The Feasibility of Low Concentration Targets: An Application of FUND. ESRI Working Paper, no. 285, March.
- UNCTAD, 2011. Review of Maritime Transport. United Nations Conference on Trade and Development. 233p.
- UNCTAD, 2012. UNCTAD Handbook Statistics 2012. United Nations Conference on Trade and Development Conference. 522p.
- UNFCCC, 2010a, Draft Decision -/CP.15. Copenhagen Accord. Disponível em: <<http://unfccc.int/resource/docs/2009/cop15/eng/l07.pdf>>. Acesso em: 01/03/2010.
- UNFCCC, 2010b, Annex I Parties: Quantified economy-wide emissions target for 2020. Disponível em: <<http://unfccc.int/home/items/5264.php>>. Acesso em: 01/03/2010.
- UNFCCC, 2012a, Report of the Conference of the Parties on its seventeenth session, held in Durban from 28 November to 11 December 2011. Advance Version, 15 March, 2012. Disponível em: <<http://unfccc.int/resource/docs/2011/cop17/eng/09.pdf>>. Acesso em: 15/02/2012.
- UNFCCC, 2012b, Greenhouse Gas Inventory Data. Detailed data by party. Disponível em: <<http://unfccc.int/di/DetailedByParty/Event.do?event=go>>. Acesso em: 14/08/2011.
- UNICA. 2012. Anuário estatístico 2011. União da Indústria de Cana-de-açúcar. Available at <http://www.unica.com.br/dadosCotacao/estatistica/>. Acesso em 23/09/2012.

USJ, 2012. Indicadores financeiros. Usina São João, Usina São Francisco e Usina Cachoeira Dourado. Grupo USJ. Disponível em [http://www.usj.com.br/pdf/200910\\_GUSJ\\_presskit.pdf](http://www.usj.com.br/pdf/200910_GUSJ_presskit.pdf). Acesso em 06/10/2012.

VALE, 2012a. Fatos relevantes: T1 e T2 de 2012. Comissão de Valores Mobiliários – CVM. Disponível em <http://www.cvm.gov.br/>. Acesso em: 01/12/2012.

VALE, 2012b. US GAAP. Lidando com a sazonalidade. Departamento de relação com os investidores, Rio de Janeiro, 2012.

VAN ASSELT, H., BREWER, T., 2010. Addressing competitiveness and leakage concerns in climate policy: An analysis of border adjustment measures in the US and the EU. *Energy Policy*, v. 38, pp. 42–51.

VIOLA, E., 2010, As posições dos principais países na COP 15. Disponível em: <http://www.mudancasclimaticas.andi.org.br/cop15/node/4>>. Acesso em: 14/03/2010.

VIVID ECONOMICS, 2010. Assessment of the economic impact of market-based measures. Prepared for the Expert Group on Market-based Measures, International Maritime Organization. Final Report, August 2010. 83p.

WANG, X., LI, J.F., ZHANG, Y.X., 2011, “An analysis on the short-term sectoral competitiveness impact of carbon tax in China”, *Energy Policy*, v. 39, pp. 4144-4152.

WIEBUSCH, F.C., FOCHEZATTO, A., 2009. Um método simples de obtenção de matrizes insumo-produto regionais: Aplicação ao Vale do Taquari. *Indicadores econômicos FEE* 34, p.1-22.

WORLD SHIPPING COUNCIL – WSC, 2011. Design and implementation of the vessel efficiency incentive scheme (EIS). World Shipping Council (WSC) and Japan’s Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism (MLIT), July 2011. 16p.

WTO, 2009, Trade and Climate Change: A report by the United Nations Environment Programme and the World Trade Organization.

**ANEXOS** 



## ANEXO 1: INDICADORES DE VULNERABILIDADE COMERCIAL E ESTRUTURA ECONÔMICA

### Indicador RH:

Podem-se determinar quais setores possuem maior poder de encadeamento na economia por meio do cálculo de índices de ligações para frente ( $U_i$ ) e para trás ( $U_j$ ), expressos, respectivamente, nas equações (1) e (2). Esses índices são obtidos a partir da matriz inversa de Leontief (matriz  $B$ , dimensão  $n \times n$ ).

$$U_i = [B_{i*}/n]/B_* \quad (1)$$

Onde,

$B_*$  é a média de todos os elementos  $B$ ;  $B_{i*}$  é a soma de todos os elementos de uma linha típica de  $B$ ; e  $n$  representa o número de elementos da linha típica de  $B$ .

$$U_j = [B_{*j}/n]/B_* \quad (2)$$

Onde,

$B_*$  é a média de todos os elementos  $B$ ;  $B_{*j}$  é a soma de todos os elementos de uma coluna típica de  $B$ ; e  $n$  representa o número de elementos da linha típica de  $B$ .

### Contribuição das exportações:

A contribuição das exportações ( $CX_j$ ) na estrutura de produção pode ser obtida através da relação entre a exportação e a produção total para cada um dos setores  $j$ , conforme mostra a Equação 3. Segundo os autores, segmentos com uma participação maior do que 20% das exportações por unidade de produção indica que o setor é voltado para o mercado externo, logo, vulnerável ao comércio internacional.

$$CX_j = \frac{X_{expj}}{X_j} \quad (3)$$

Onde,

$X_{expj}$  e  $X_j$  representam, respectivamente, a exportação e produção do  $j$ -ésimo setor.

### Indicadores de intensidades das exportações e das importações:

Os indicadores de intensidade das importações e de intensidade das exportações podem ser obtidos através das Equações 4 e 5:

$$IMI_i = \frac{Im_i}{(Y_i - Ex_i + Im_i)} \quad (4)$$

$$EXI_i = \frac{Ex_i}{(Y_i - Ex_i + Im_i)} \quad (5)$$

Onde,

$Im_i$  indica a importação do setor  $i$ ;  $Ex_i$  a exportação do setor  $i$ ; e  $Y_i$  a produção total do setor  $i$ .

### Multiplicadores setoriais de emprego e renda:

Já o multiplicador da renda pode ser utilizado para mensurar quanto se gera de renda por unidade monetária adicional de demanda final para cada um dos setores  $j$ . Inicialmente, tem-se que (6):

$$MR_j = \sum_{i=1}^n r_{n+1,i} \cdot b_{ij} \quad (6)$$

Onde,

$j$  representa dado setor da economia;  $r_{n+1,i}$  representa os elementos da linha dos coeficientes de remuneração das famílias; e  $b_{ij}$ , elementos da inversa de Leontief, sem a endogeneização do consumo doméstico das famílias.

Em seguida, o multiplicador de renda é obtido pela divisão do efeito direto e indireto pelo efeito direto de renda, em que representa a renda gerada direta e indiretamente por cada unidade monetária injetada diretamente nos diferentes setores produtivos (7):

$$MR_j = \frac{R_j}{r_{n+1,j}} \quad (7)$$



Onde,

$R_j$  representa o multiplicador da geração direta e indireta de renda; e  $r_j$  o multiplicador da geração direta de renda.

Por sua vez, os multiplicadores de emprego permitem determinar o impacto de mudanças na demanda final do produto, que, por sua vez, leva a variações no nível de emprego. A variação no emprego conduz à variação na renda e, conseqüentemente, na demanda do consumidor. Desta forma, o multiplicador do emprego é análogo ao multiplicador da renda substituindo-se o "coeficiente de salário" pelo "coeficiente de emprego", que vem a ser o inverso da produtividade do trabalho (8).

$$ME_j = \frac{R_j}{e_j} \quad (8)$$

Dele derivam o multiplicador simples do emprego (9), e o multiplicador total do emprego (10):

$$ME_j = \sum_{i=1}^n e_{n+1,j} \cdot b_{ij} \quad (9)$$

$$ME_{j*} = \sum_{i=1}^{n+1} e_{n+1,j} \cdot b_{ij} \quad (10)$$

# MEDIDAS BASEADAS NO MERCADO NO TRANSPORTE MARÍTIMO DAS EXPORTAÇÕES BRASILEIRAS

## TAXAÇÃO ZERO

É a realidade atual para combustíveis utilizados no transporte marítimo internacional e aviação

2,2%

É o que o transporte marítimo internacional representa nas emissões globais de GEE.



## AS MAIORES EXPORTAÇÕES

do Brasil em peso são Minério de Ferro, Soja, Produtos Petrolíferos, Açúcar e Café.

## NDCs

não incluem emissões do transporte marítimo internacional e aviação porque ocorrem em viagens entre países.



### Por que estamos aqui?

Para frear a degradação do meio ambiente e para construir um futuro no qual os seres humanos vivam em harmonia com a natureza.

[wwf.org.br](http://wwf.org.br)