

*Inovação e Sustentabilidade sob a Ótica da
Economia Ecológica. VITÓRIA/ES, 17 A 21 DE SETEMBRO DE 2013.
Hotel Vitória Grand Hall*

**X ENCONTRO DA SOCIEDADE BRASILEIRA
DE ECONOMIA ECOLÓGICA**



X ENCONTRO DA ECOECO

Setembro de 2013

Vitória - ES - Brasil

ANÁLISE AMBIENTAL DO COMÉRCIO BILATERAL BRASIL-CHINA SEGUNDO AS EMISSÕES DE CO2

Marcelo Fernando Mazzero (ESALQ-USP) - mfmazzero@usp.br

Estudante de doutorado em Economia Aplicada na Escola Superior de Agricultura

Luciana Togeiro de Almeida (UNESP) - ltogeiro@fclar.unesp.br

Professora doutora no Departamento de Economia da Faculdade de Ciências e Letras da Universidade Estadual Paulista - UNESP, Campus de Araraquara

Sílvia Helena Galvão de Miranda (ESALQ-USP) - shgdmira@usp.br

Professora doutora no Departamento de Economia, Administração e Sociologia da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" da Universidade de São Paulo

ANÁLISE AMBIENTAL DO COMÉRCIO BILATERAL BRASIL-CHINA SEGUNDO AS EMISSÕES DE CO₂

1 INTRODUÇÃO

A complexidade que permeia o conceito de sustentabilidade é amplamente discutida. Daly (2005) explica que a ideia fundamental por trás do conceito de sustentabilidade é alterar a trajetória de progresso. Essa trajetória está apoiada em uma estrutura produtiva global com alto volume de emissões de CO₂. Dessa forma, o comércio internacional, componente fundamental dessa estrutura global, acaba por desempenhar um papel significativo nas emissões de carbono (WTO; UNEP, 2009).

Os recentes relatórios (2011) do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (UNEP, em inglês) sobre Economia Verde e Desacoplamento (*Decoupling*) também se apoiam na ideia de "progresso". Mas, um progresso técnico como panaceia para superar as restrições ecológicas para a expansão do sistema econômico (ABRAMOVAY, 2012).

UNEP (2011a) define Economia Verde como a busca pelo aumento do nível de bem-estar da sociedade e redução drástica das desigualdades sociais, ao mesmo tempo em que se mitigam os problemas ambientais. Na prática, UNEP (2011a, 2011b) refere-se, constantemente, à Economia Verde como um modo produtivo com baixa emissão de carbono, além de outras características como eficiência no uso de recursos e inclusão social.

A busca pela baixa emissão de carbono é uma meta que os países industrializados e em processo de industrialização têm discutido há muito tempo, mas mais recorrentemente desde a ratificação do Protocolo de Quioto em 1999, que estabeleceu compromissos mais rígidos para a redução das emissões dos gases que intensificam o efeito estufa.

O relatório de WTO e UNEP (2009) sobre comércio e mudanças climáticas apresenta evidências de que o grau de abertura de um país está correlacionado com o aumento de emissões dos gases de efeito estufa,

majoritariamente emissões de CO₂. Assim, o comércio internacional, por conta das emissões de carbono do processo industrial na fabricação de bens e serviços e/ou transporte destas mercadorias, contribuirá de alguma maneira com a insustentabilidade global.

Em razão da substancial elevação dos fluxos comerciais entre o Brasil e a República Popular da China no período recente (de 2002 em diante), reveste-se de importância conhecer o perfil ambiental desta relação comercial, o que aqui é explorado por meio da aplicação de indicadores físicos baseados em emissões de CO₂.

2 METODOLOGIA

Desenvolvimento Sustentável seria uma forma de compatibilizar sustentabilidade do uso dos recursos ambientais com crescimento econômico. Amazonas (2002, pp. 107-8) esclarece que "sustentabilidade é algo em última instância referido a uma ética de perpetuação. Do ponto de vista econômico, mais especificamente, [...] a que promova o melhor uso possível deste recurso [ambiental] para fins de perpetuação da humanidade e da vida."

A definição de Desenvolvimento Sustentável comumente encontrada na literatura e reescrita de maneira mais abrangente por Stiglitz, Sen e Fitoussi (2009, p. 250) é "about what we leave to future generations and whether we leave enough resources of all kinds to provide them with opportunity sets at least as large as the ones we have had for ourselves." Entretanto, há várias interpretações do que seria Desenvolvimento Sustentável, dentre as quais se destacam a sustentabilidade fraca *versus* a sustentabilidade forte, bem como a sustentabilidade na visão da Economia Ecológica (AMAZONAS, 2002; CECHIN, 2010).

A interpretação do Desenvolvimento Sustentável pela sustentabilidade fraca pressupõe que: i) há total substituição do capital natural pelo capital construído (pelo homem), ou seja, a elasticidade de substituição entre estes dois tipos de capital é maior ou igual a 1,0; e/ou ii) o capital natural está disponível em uma quantidade quase infinita, ou melhor, o fator tecnológico proporcionaria um nível de eficiência tão grande quanto a velocidade de uso do estoque de recursos

naturais (SICHE et al., 2007; CECHIN; VEIGA, 2010). Desse modo, "'sustainability' [...] must amount to an injunction to preserve productive capacity for the indefinite future. That is compatible with the use of nonrenewable resources only if society as a whole replaces used up resources with something else." (SOLOW, 1993, p. 163)

O segundo enfoque, o da sustentabilidade forte, admite que: i) os dois tipos de capital, o natural e o fabricado pelo homem, seriam complementares, não substitutos perfeitos; e ii) o estoque de recursos naturais (não-renováveis e renováveis) deveria ser preservado no longo prazo, pois é finito (AMAZONAS, 2002).

A Economia Ecológica trata a questão da sustentabilidade como algo inerente ao seu arcabouço teórico (AMAZONAS, 2002; CECHIN, 2010).

In ecological economics, the economic system is considered to be a 'subsystem' of the biophysical system. The economic system uses low entropy energy inputs (fossil fuel, nuclear energy) and matter resources (minerals, biomass, water). These inputs are transformed, sometimes stored, but ultimately degraded into high entropy emissions that flow back into the biophysical environment (PATTERSON, 2006, p. 432).

Dessa maneira, a preocupação aqui é mensurar a sustentabilidade ou ao menos mensurar o quão distante desta está a sociedade. Uma maneira de captar o nível de sustentabilidade é fazendo uso de indicadores biofísicos. Esses indicadores, em especial os baseados em emissões de carbono, conforme recomendação de Veiga (2009) e Stiglitz, Sen e Fitoussi (2009), fazem parte de um conjunto de instrumentos para diretamente indicarem pressão ambiental.

2.1 Indicadores de pressão ambiental

Na literatura de comércio internacional há um amplo conjunto de indicadores para analisar estrutura de comércio e impacto ambiental. No que tange aos indicadores de impacto ambiental, estes podem ser divididos em "indiretos",

que expressam potencial de pressão ambiental, e biofísicos, que são (diretamente) sensíveis aos impactos sobre o ecossistema.

Os indicadores indiretos, usualmente empregados nessa literatura, são agrupados nos efeitos escala, composição e tecnológico, conforme originalmente proposto por Grossman e Krueger (1993). O efeito escala pode ser compreendido pela expansão do comércio e/ou dos investimentos produtivos, tendo como resultado um maior nível de consumo e produção, o qual exerce maiores pressões sobre o meio ambiente em razão do aumento dos fluxos de entrada (materiais e energia) e dos fluxos de saída (produtos e resíduos). O efeito composição avalia a contribuição das diversas categorias de produtos no produto interno bruto (PIB). Assim, uma variação da vantagem comparativa provoca alterações na contribuição dos respectivos setores na economia, o que pode agravar ou reduzir os potenciais efeitos negativos sobre o meio ambiente. O efeito tecnológico ocorre devido aos investimentos em novas técnicas e modernos processos produtivos (transformação de recursos naturais em bens e serviços) que geram aumento na eficiência (redução do desperdício) e/ou diminuição do potencial de poluição das atividades econômicas. Contudo, existe a dificuldade de ponderar a grandeza absoluta de cada um dos efeitos nesse resultado, ou seja, são úteis para descrever a direção, mas não para a sua quantificação.

Já os indicadores biofísicos são apresentados em metodologias tão diversas quanto convergentes. Essa diversidade e falta de convergência dos indicadores biofísicos resumem-se em metodologias bastante díspares, alcance real incerto, e, em alguns casos, ponderações e valorações demasiadamente subjetivas (SICHE et al., 2007; VEIGA, 2009). Há, entretanto, bons indicadores físicos que captam, ao menos parcialmente, a dinâmica biofísica dos impactos ambientais. Segundo United Nations (2007), o principal indicador físico de mudanças climáticas para medir Desenvolvimento Sustentável é a emissão de dióxido de carbono¹. "É possível deduzir, então, que se as intensidades-carbono das economias viessem a

¹ "This indicator measures the emissions of carbon dioxide, which is known to be the most important, in terms of impact on global warming, anthropogenic greenhouse gas (GHG). A doubling of the CO₂ concentration in the atmosphere is believed to cause an increase in the global mean temperature of 1.5 to 4.5°C, which is expected to have a very negative impact on economic, social and environmental conditions in most countries of the world." (UNITED NATIONS, 2007, p. 60)

ser bem calculadas, poderiam ser indicadores das contribuições nacionais à insustentabilidade global." (VEIGA, 2009, p. 108)

2.2 Indicadores físicos baseados em emissões de CO₂

Os indicadores físicos baseados em emissões de CO₂ mensuram basicamente poluição atmosférica. Dentre outros indicadores físicos sobressai-se o indicador de intensidade-carbono, que é calculado pela razão entre o volume de emissões de CO₂ e o PIB de um país ou região (WTO; UNEP, 2009).

O volume de emissões de CO₂ é uma das raras variáveis físicas disponíveis em bancos de dados, uma vez que tem sido sistematicamente contabilizada. A principal razão dessa contabilização é a preocupação com a intensificação do efeito estufa e suas consequências, principalmente as mudanças climáticas.

Boden, Marland e Andres (2012) propuseram uma metodologia para estimar o volume de emissões CO₂ de origem fóssil (combustíveis) e do processo de fabricação de cimento dos países. Os dados provenientes da estimativa desses autores, além de serem utilizados pelo banco de dados do Banco Mundial (WORLD DATABANK), cobrem o período 1751-2011 e estão baseados nas emissões de carbono a partir da queima de combustíveis fósseis (sólidos, líquidos e gasosos), que representam a maior parte das emissões²; da queima de gás em campos de petróleo e da produção de cimento.

Aqui, fez-se uso da variável "total de emissões de CO₂" de Boden, Marland e Andres (2012) ajustada para a unidade quilotonelada (kt), bem como considera-se que as estimativas destes autores estão proporcionalmente divididas entre os setores: i) residenciais, comerciais e de serviços públicos; ii) produção de energia; iii) industriais e de construção; iv) de transportes; e v) outros setores, excluindo residenciais, comerciais e de serviços públicos. Ou seja, essas estimativas de emissão de gás carbônico para o Brasil e para a China não se referem especificamente aos setores exportadores.

Diante do exposto, propõe-se uma abordagem nova para o indicador de intensidade-carbono. Desse modo, os indicadores físicos propostos neste estudo

² No caso do Brasil e da China, as emissões de CO₂ da queima de combustíveis fósseis representam aproximadamente 92% (BODEN; MARLAND; ANDRES, 2012).

para medir a pressão ambiental da relação bilateral de comércio Brasil-China são: i) a intensidade-carbono das exportações; e ii) o índice de emissões de carbono das exportações.

2.2.1 Intensidade-carbono das exportações

A construção de um indicador físico baseado em emissões de CO₂ tem como finalidade mensurar a escala e a velocidade da pressão direta sobre o meio ambiente local (poluição atmosférica) e global (mudanças climáticas).

Dessa forma, propõe-se a aplicação do indicador físico intensidade-carbono das exportações (ICX) para verificar a tendência geral do impacto da atividade econômica exportadora sobre o ecossistema. Assim, a partir da forma geral do indicador de intensidade-carbono, dado pela relação entre emissões de um país e seu PIB (WTO; UNEP, 2009), propõe-se um indicador para as exportações pelo qual, formalmente, tem-se:

$$ICX^{i-j} = \frac{X^{i-j}}{Y^i} EC^i,$$

onde X^{i-j} é o valor das exportações (CIF) do país i para j; Y^i é o valor do produto interno bruto de i; e EC^i são as emissões totais de CO₂ de i em kt. Logo, o ICX corresponde ao volume absoluto em quilotoneladas das emissões de carbono proporcionalmente gerado pelas exportações do país i para o país j. É importante destacar que se parte da pressuposição de homogeneidade das emissões de CO₂ entre os setores produtivos voltados para o mercado interno e externo, portanto não sendo possível discutir se a composição da pauta exportadora brasileira está melhorando ao longo do período analisado.

2.2.2 Índice de emissões de carbono das exportações

Uma extensão direta do indicador apresentado anteriormente (intensidade-carbono das exportações - ICX) é o índice de emissões de carbono das

exportações (IECX), também proposto como uma contribuição deste trabalho. Esse índice é a razão do ICX de um país pelo ICX de outro país definido como mercado referência. Essa razão, entendida como uma comparação do volume de emissões de CO₂ das exportações de dois países ou regiões, é uma boa maneira para saber se o país está em um rumo adequado em direção a um sistema produtivo de baixo carbono (VEIGA, 2011) quando comparado à evolução do país referência.

Dessa maneira, propõe-se aqui o emprego do IECX para comparar relativamente a intensidade de emissões de CO₂ proveniente das exportações de um país com a de outro país, um grande exportador-emissor, por exemplo. O país referência não consiste, necessariamente, no país que demonstra uma evolução favorável quanto à economia de baixo carbono, mas sua escolha pode se dar pelos objetivos específicos da pesquisa. Neste trabalho a China foi tomada como país de referência, pois a análise é centrada no comércio bilateral entre o Brasil e a China e este país, segundo Boden, Marland e Andres (2012), é o maior país-emissor de CO₂. O indicador sintético (índice) é expresso da seguinte forma:

$$IECX = \frac{ICX^{i-j}}{ICX^{r-i}},$$

onde ICX^{i-j} é a intensidade-carbono das exportações do país i para j; ICX^{r-i} é a intensidade-carbono das exportações do país r, estabelecido como mercado referência, para o país i. Neste estudo $r = j$, que corresponde à China. Como foi dito, o mercado referência pode ser definido segundo o recorte da análise ou um grande país-emissor de CO₂.

Assim, a leitura do IECX dar-se-á da seguinte maneira: se i) $IECX < 1$, então as exportações do mercado referência ou parceiro comercial r é mais intensiva em emissões de CO₂ do que as do país i; ii) $IECX = 1$, então as exportações dos países i e r apresentam a mesma intensidade-carbono; ou iii) $IECX > 1$, então o país i emite um volume maior de carbono do que o mercado referência r.

3 A RELAÇÃO COMERCIAL BRASIL-CHINA

O Brasil e a República Popular da China mantêm relações comerciais, oficialmente, desde 1974 (BAUMANN, 2009). Essas relações comerciais parecem ir tomando forma até meados da década de 1990, como consta na Figura 1. De 1995 em diante, a corrente comercial bilateral aumenta, em valor médio, 25,4 vezes quando comparada a média da primeira metade da década de 1990 com a média de 1995 a 2011. Ainda na Figura 1, é destacada, em cinza, a contribuição do comércio brasileiro (exportações, "A"; e importações, "B") com a China em relação ao total comercializado pelo Brasil com o mundo. Vê-se que a contribuição das exportações (A) cresceu 1586,4% quando comparado 1990 com 2011; e das importações (B), cresceu 1499,8%.

A Figura 2 destaca o índice de abertura comercial (IAC) do Brasil, que é membro da Organização Mundial do Comércio (WTO, em inglês) desde o início da sua operação, em 1995, e já estava inserido no sistema multilateral de comércio regido pelo Acordo Geral sobre Tarifas e Comércio (GATT, em inglês) desde sua criação, em 1947 (ABREU, 1998). Esse índice é, na média do período, somente 0,17, sendo este 2,6 vezes menor do que o da China, que é 0,45. Entretanto, vale notar que houve um crescimento de 67,0% do IAC do Brasil entre 1990 e 2011.

O Brasil manteve praticamente inalterada a sua participação nas exportações mundiais no período de 1990-2011, apresentando uma suave elevação nos últimos anos. As exportações do Brasil eram responsáveis mundialmente: i) na média da década de 1990, por 1,0%; ii) na média da década de 2000, por 1,1%; iii) em 2010, por 1,3%; e iv) em 2011, por 1,6%.

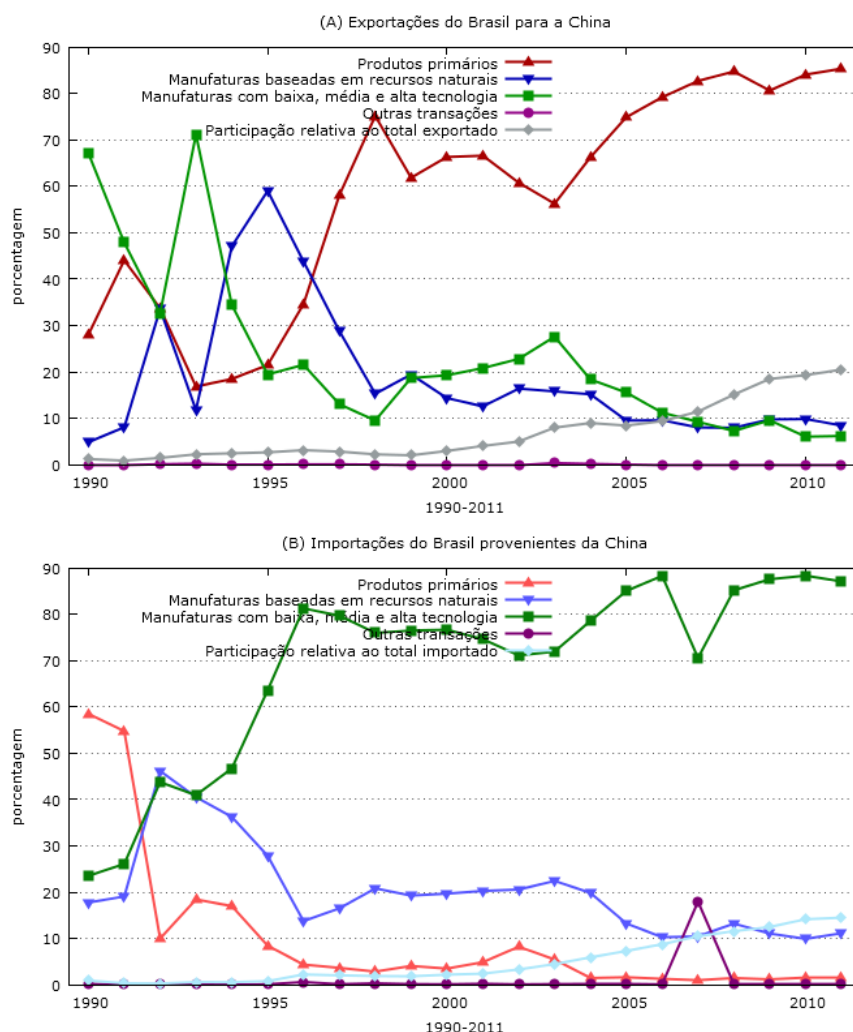


Figura 1 - Participação das categorias de produtos, em valor, segundo a intensidade tecnológica do comércio bilateral Brasil-China, 1990-2011

Fonte: elaborado a partir de UN COMTRADE.

Nota: a classificação das categorias de produtos segundo sua intensidade tecnológica consta na Tabela A1 do Anexo Metodológico.

A China tornou-se membro da WTO somente em 2001, quando passa a ser considerada perante seus parceiros comerciais como "nação mais favorecida" e com "tratamento nacional" para seus produtos³ (BAUMANN, 2009). A Figura 2 revela que esse ano de 2001 foi muito importante para o crescimento do comércio

³ A WTO assim define o princípio de nação mais favorecida: "Under the WTO agreements, countries cannot normally discriminate between their trading partners. Grant someone a special favour (such as a lower customs duty rate for one of their products) and you have to do the same for all other WTO members." (WTO, 2011, p. 10); e o princípio de tratamento nacional: "Imported and locally-produced goods should be treated equally - at least after the foreign goods have entered the market. The same should apply to foreign and domestic services, and to foreign and local trademarks, copyrights and patents." (WTO, 2011, p. 11).

exterior da China com o mundo. Quando comparado 1990 com 2011, o crescimento do IAC da China foi de 58,8%.

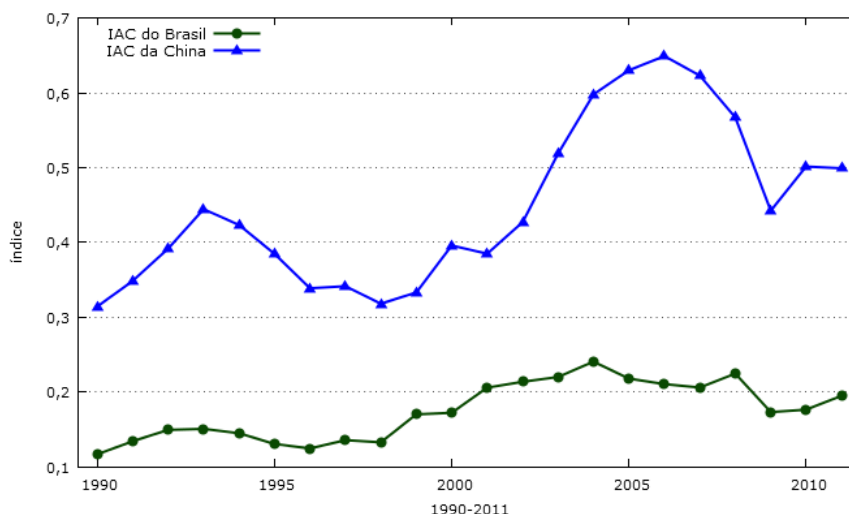


Figura 2 - Índice de abertura comercial (IAC) do Brasil e da China, 1990-2011

Fonte: elaborado a partir de UN COMTRADE.

Nota: $IAC^i = (X^{i-w} + M^{i-w}) / Y^i$, onde: X^{i-w} é o valor das exportações do país i

para w (mundo); M^{i-w} é o valor das importações do país i de w ; Y^i é o valor do produto interno bruto de i .

Ao contrário do ocorrido com o Brasil, a China ampliou de forma significativa e persistente a sua participação nas exportações mundiais no período 1990-2011. As exportações da China eram responsáveis mundialmente: i) na média da década de 1990, por 2,7%; ii) na média da década de 2000, por 7,6%; iii) em 2010, por 10,8%; e iv) em 2011, por 11,9%.

Em síntese, o comércio internacional da China e do Brasil cresceu no período de 1990 a 2011, quando também a relação bilateral de comércio entre estes dois países apresentou uma tendência ascendente. Essa relação é, sem dúvida, boa para ambos, representando para o Brasil uma abertura maior de sua economia. Por outro lado, esse comércio bilateral é desigual, uma vez que as exportações brasileiras são concentradas em produtos primários ao passo que suas importações da China se concentram em manufaturas.

4 ANÁLISE DAS EMISSÕES DE CO₂ DO COMÉRCIO BRASIL-CHINA

Neste trabalho, o indicador intensidade-carbono das exportações (ICX) e o índice de emissões de carbono das exportações (IECX) propostos são utilizados para medir o impacto das emissões de carbono das exportações do Brasil no comércio bilateral com a China sobre o ecossistema local (poluição atmosférica) e global (intensificação do efeito estufa e, por consequência, mudanças climáticas). Assim, o ICX visa a perceber a aceleração, manutenção ou redução desse impacto e o IECX compara esse impacto com um mercado referência, a China neste caso.

Segundo Boden, Marland e Andres (2012), o volume total de emissões de CO₂ do Brasil resultante principalmente da queima de combustíveis fósseis aumentou de forma constante desde a década de 1990, atingindo, em 2011, um total de 424.406,97 kt. O uso de combustíveis fósseis líquidos representou 68,4% em 2009; o de sólidos (carvão), 13,1% em 2010; e o de outras formas (gasosos, da queima de gás em campos de petróleo e da produção de cimento), 20,9% em 2011.

A China, desde a década 1950, vem sendo classificada entre os dez maiores países-emissores globais de CO₂ e, desde 2006, o maior país-emissor deste tipo de gás que intensifica o efeito estufa (BODEN; MARLAND; ANDRES, 2012). Um das razões disso é que a China é o maior produtor e consumidor de carvão do mundo. No período de 1990 a 2011 houve um grande crescimento do volume total de emissões de carbono da China, saltando de 2.460.744,02 kt, em 1990, para 9.111.807,07 kt, em 2011. A distribuição dessas emissões, em 2011, foi: i) carvão, 72,3%; ii) combustíveis líquidos, 13,8%; iii) produção de cimento, 11,3%; e iv) combustíveis gasosos e queima de gás em campos de petróleo, 2,6%.

A Figura 3 apresenta o indicador ICX do comércio bilateral Brasil-China. O indicador foi calculado tomando-se as emissões de carbono totais do Brasil estimadas por Boden, Marland e Andres (2012) e ponderada pela participação das exportações brasileiras para a China em relação ao PIB. Da mesma forma, foi calculado o ICX para as exportações chinesas com destino ao Brasil. A partir dessa figura, nota-se o crescimento médio da intensidade-carbono das exportações do Brasil para a China: i) de 995,3%, quando se compara a média da década de

2000 com a de 1990; ii) de 5.109,3% quando comparado 2011 com 1990. Isto é, o volume de emissões de CO₂ saltou de 172,33 kt em 1990 para 8.977,16 kt em 2011. Entretanto, para o mesmo período, o volume de emissões do comércio da China com o Brasil multiplicou-se por 29,2, alcançando, em 2011, 40.936,95 kt de CO₂.

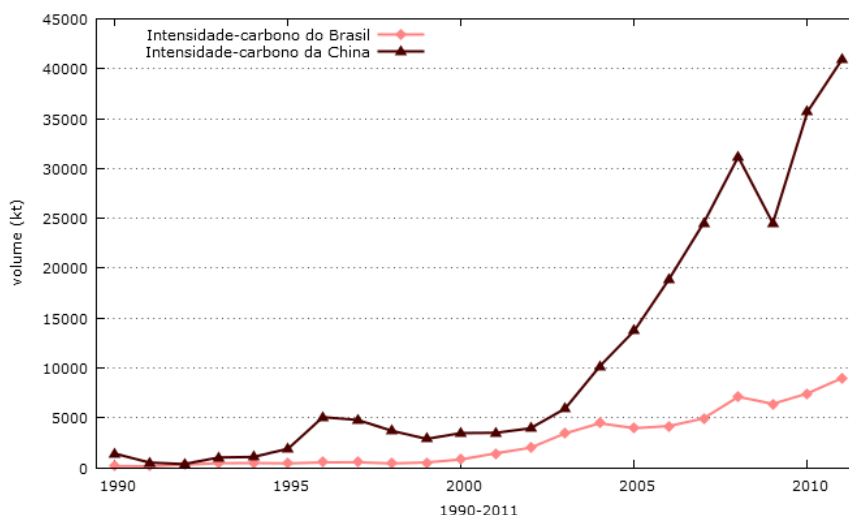


Figura 3 - Intensidade-carbono das exportações no comércio bilateral Brasil-China, 1990-2011

Fonte: elaborado a partir de Boden, Marland e Andres (2012).

Nota: o volume de emissões de CO₂ dos anos de 2009, 2010 e 2011 são dados preliminares.

Da Figura 4, obtém-se o comportamento do IECX do Brasil em relação à China. Esse índice do volume de emissões de CO₂ das exportações Brasil-China em relação à intensidade-carbono das exportações China-Brasil era, em 1990, 0,12 e, em 2011, chegou a 0,22, mas, ao longo deste período, o IECX apresentou variações significativas, chegando a atingir, em 1992, 0,80 e a beirar 0,10 em 1996. O IECX cresceu, em média: i) 86,0% quando comparada a média da década de 2000 com a da década de 1990; e ii) 78,5% quando comparado 2011 com 1990. Contudo, ainda a partir da Figura 4, pode-se perceber também que o IECX durante todo o período esteve abaixo de 1,0, indicando que as exportações brasileiras para a China têm menor intensidade relativa de carbono do que vice-versa, além de apresentar uma tendência de médio prazo declinante.



Figura 4 - Índice de emissões de carbono das exportações do Brasil, 1990-2012

Fonte: elaborado a partir de Boden, Marland e Andres (2012).

Notas: i) o volume de emissões de CO₂ dos anos de 2009, 2010 e 2011 são dados preliminares; ii) o mercado referência (r) é a China.

Por outro lado, o comércio bilateral entre o Brasil e a China revela, comparando a média da década de 2000 com a de 1990, que (i) as exportações da China para o Brasil cresceram 1.149,3% e o ICX China-Brasil cresceu somente 488,9%, enquanto que (ii) as exportações Brasil-China cresceram 1.186,0% e o ICX Brasil-China, 995,3%. Além disso, o Brasil ainda importa muita tecnologia incorporada em produtos - em 2011 foram importados 74,87 bilhões de dólares de bens difusores de progresso técnico - e exporta pouca tecnologia de ponta - em 2011 foram exportados US\$ 10,95 bilhões da categoria de manufaturas com alta tecnologia⁴. Segundo D'avignon (2010, p. 240), é necessário alterar a estrutura produtiva brasileira "em benefício de produtos de maior valor agregado (e conteúdo tecnológico/informação) [...] como um caminho para a redução das emissões de carbono por produto" (D'AVIGNON, 2010, p. 240).

Em resumo, apesar da melhora relativa do IECX indicando uma intensidade menor de impacto ambiental sobre o ecossistema local e global, pode-se argumentar que o saldo dos indicadores físicos é negativo, pois o volume absoluto de emissões de CO₂ das exportações aumentou significativamente, tanto

⁴ Os bens com alta tecnologia incorporada são produzidos com tecnologia de ponta, o que requer maciços investimentos na fase de concepção e em pesquisa e desenvolvimento. Alguns desses produtos são: de escritório e de processamento de dados, equipamentos de telecomunicações e de geração de energia, aparelhos de televisão, transistores, turbinas, produtos farmacêuticos, aeroespacial e ópticos, instrumentos de precisão, câmeras fotográficas.

no caso brasileiro quanto no chinês. Cabe lembrar o alerta feito em conjunto pela WTO e pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (UNEP, em inglês): "But the link between trade and climate change is not only in one direction, since the physical processes associated with climate change can also affect the pattern and volume of international trade flows" (WTO; UNEP, 2009, p. 64).

Ademais, é importante frisar que os indicadores aqui propostos estão sendo analisados com base nas estimativas disponíveis para emissões totais de CO₂ do Brasil, ponderadas pela participação relativa das exportações no PIB, sem identificar a contribuição efetiva de cada setor individualmente e dos produtos que são destinados à exportação; e naturalmente, o crescimento das exportações resulta em crescimento das emissões. Uma questão ainda a ser avaliada (futuramente) é se o crescimento das emissões originadas pelas exportações ocorre a taxas inferiores ao crescimento das exportações, o que indicaria que as atividades produtivas e distributivas relacionadas à exportação estariam caminhando para um desacoplamento relativo (de impacto).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diversos estudos já identificaram a vulnerabilidade ambiental da pauta comercial do Brasil por conta da concentração em alguns poucos produtos intensivos em recursos naturais, energia e poluição (ALMEIDA; MAZZERO, 2013). O que ficou constatado aqui é um reforço desses estudos, adicionando a informação sobre o aumento do volume absoluto de emissões de CO₂ no conjunto dos setores econômicos do Brasil dependentes fundamentalmente de energia fóssil.

O indicador de intensidade-carbono das exportações (ICX) sinaliza o aumento da pressão ambiental local e global, ou seja, a intensificação da concentração de dióxido de carbono na atmosfera. Isso está indicado pelo crescimento do volume de emissões de CO₂ do comércio bilateral, tanto do Brasil quanto da China. Contrastando a isso, quando se compara o ICX Brasil-China com o do mercado referência (ICX China-Brasil), pode-se dizer que o Brasil é

menos intensivo em emissões do que a China e que, ao traçar uma linha de tendência para o período 1990-2011, há uma melhora do índice de emissões de carbono das exportações (IECX) do Brasil, mesmo este índice tendo quase dobrado neste período.

O arranjo setorial exportador brasileiro é concentrado em produtos primários, havendo a necessidade de investimentos localizados que privilegiem processos produtivos com baixa emissão de carbono para dar sustentação externa ao comércio exterior brasileiro, pois nota-se o alto volume de emissões de CO₂ pelos setores econômicos suportados pela queima de combustíveis fósseis. Essa situação, futuramente, poderá trazer dificuldades ao Brasil com relação aos seus principais parceiros comerciais, em especial a União Europeia, normalmente sensível às questões ambientais. Destaca-se ainda que já há uma movimentação do lado da demanda, majoritariamente países desenvolvidos, no sentido de uma possível restrição e até mesmo sobretaxação de produtos carbono-intensivos provenientes de países em desenvolvimento.

Dessa maneira, com base principalmente no resultado do ICX, o que se depreende é que o Brasil vem aumentando suas emissões, apesar de já haver iniciativas de adoção de políticas em prol de se tornar uma economia de baixo carbono, à exemplo do Plano de Agricultura de Baixa emissão de Carbono (ABC) do Ministério da Agricultura. Mas, com esse aumento das emissões, na prática, significa postergar a conciliação com um desenvolvimento ambientalmente sustentável.

Por fim, apesar dos indicadores aqui propostos serem bastante gerais e não captarem especificamente o somatório das emissões de CO₂ dos setores econômicos, estes indicadores, a saber, ICX e IECX, poderiam ser utilizados de forma complementar a estudos setoriais, nos quais se identifiquem os principais produtos comercializáveis com maior quantidade de carbono incorporada e sua participação na pauta exportadora. Dessa forma, poderia juntar-se aos resultados gerais aqui obtidos, um detalhamento melhor sobre a evolução efetiva da intensidade de carbono contida nos produtos exportados ao longo do período.

REFERÊNCIAS

ABRAMOVAY, R. **Muito Além da Economia Verde**. São Paulo: Abril, 2012. 248 p.

ABREU, M. de P. **Brazil, the GATT, and the WTO: history and prospects**. Rio de Janeiro: Departamento de Economia da PUC-RIO, 1998. Texto para Discussão, n. 392.

ALMEIDA, L. T. de; MAZZERO, M. F. Can Brazilian Foreign Trade and Sustainable Development Be Combined? An Empirical Approach. In: 2013 Congress of the Latin American Studies Association, Washington. **Anais...** . Washington: Latin American Studies Association - LASA, 2013.

AMAZONAS, M. de C. Desenvolvimento sustentável e teoria econômica: o debate conceitual nas perspectivas neoclássica, institucionalista e da economia ecológica. In: NOBRE, M.; AMAZONAS, M. de C. (Org.). **Desenvolvimento Sustentável: a institucionalização de um conceito**. Brasília: Ed. IBAMA, 2002. p. 107-286.

BAUMANN, R. **Some Recent Features of Brazil-China Economic Relations**. Brasília, DF: CEPAL, 2009.

BODEN, T. A.; MARLAND, G.; ANDRES, R.J. **Global, Regional, and National Fossil-Fuel CO₂ Emissions**. Carbon Dioxide Information Analysis Center, Oak Ridge National Laboratory, U.S. Department of Energy, Oak Ridge, Tenn., U.S.A., 2012.

CECHIN, A. D. **A Natureza como Limite da Economia**: a contribuição de Nicholas Georgescu-Roegen. São Paulo: Senac, 2010. 264 p.

CECHIN, A. D.; VEIGA, J. E. da. A economia ecológica e evolucionária de Georgescu-Roegen. **Revista de Economia Política**, São Paulo, v. 30, n. 3 (119), p. 438-454, jul.-set. 2010.

DALY, H. E. Economics in a Full World. **Scientific American**, v. 293, n. 3, p. 100-107, set. 2005.

D'AVIGNON, A. Energia, inovação tecnológica e mudanças climáticas. In: MAY, P. H. (Org.). **Economia do Meio Ambiente**: teoria e prática. 2a. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010. p. 221-243.

GROSSMAN, G. M.; KRUEGER, A. B. In: GARBER, P. M. (Ed.). **Mexico-U.S. Free Trade Agreement**. Cambridge, Massachusetts: MIT Press, 1993. p. 13-56.

LALL, S. **The Technological Structure and Performance of Developing Country Manufactured Exports, 1985-1998**. Oxford, UK: Queen Elizabeth House, University of Oxford, 2000. Série QEH Working Papers, No. QEHWPS44.

LIMA, J. E. D; ALVAREZ, M. **Manual de Comércio Exterior y Política Comercial: nociones básicas, clasificaciones e indicadores de posición y dinamismo**. Santiago de Chile: Naciones Unidas - CEPAL, 2011.

OVALLE, A. **Clasificaciones estadísticas internacionales incorporadas en el Banco de Datos del Comercio Exterior de América Latina y el Caribe de la CEPAL (Revisión 3)**. Santiago de Chile: Naciones Unidas - CEPAL, 2008. Serie Cuadernos estadísticos de la CEPAL, n. 36.

PATTERSON, M. Selecting headline indicators for tracking progress to sustainability in a nation state. In: LAWN, P. (Ed.). **Sustainable Development Indicators in Ecological Economics**. Cheltenham, UK: Edward Elgar, 2006. p. 421-448.

SICHE, R. et al. Índices versus indicadores: precisões conceituais na discussão da sustentabilidade de países. **Ambiente & Sociedade**, Campinas, v. 10, n. 2, p. 137-148, dez. 2007.

SOLOW, R. An almost practical step toward sustainability. **Resources Policy**, [S. l.], v. 19, n. 3, p. 162-172, set. 1993.

STIGLITZ, J. E.; SEN, A.; FITOUSSI, J. (Coord.). **Report by the Commission on the Measurement of Economic Performance and Social Progress**. Paris: Commission on the Measurement of Economic Performance and Social Progress, 2009. 291 p.

THE WORLD BANK. Development Data Group. **WORLD DATABANK**. Disponível em: <<http://data.worldbank.org>>.

UNITED NATIONS. Department Of Economic And Social Affairs. **UN COMTRADE**: United Nations Commodity Trade Statistics Database.

UNITED NATIONS. Department Of Economic And Social Affairs. **Standard International Trade Classification**: Revision 4. New York: United Nations Publication, 2006. Série Statistical Papers, M n. 34/Rev. 4.

UNITED NATIONS. Department Of Economic And Social Affairs. **Indicators of Sustainable Development**: guidelines and methodologies. 3rd. ed. New York: United Nations Publication, 2007.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME - UNEP. **Towards a Green Economy**: Pathways to Sustainable Development and Poverty Eradication. Paris: UNEP, 2011a. 174 p.

_____. Division of Technology Industry and Economics. **Decoupling natural resource use and environmental impacts from economic growth**. Paris: UNEP, 2011b. 174 p.

VEIGA, J. E. da. **Mundo em Transe**: do aquecimento global ao ecodesenvolvimento. Campinas: Armazém do Ipê, 2009. 128 p.

_____. Indicadores Socioambientais: evolução e perspectivas. **Revista de Economia Política**, v. 29, no. 4 (116), p. 421-435, out.-dez. 2009.

_____. Transição ao baixo carbono. In: DELFIM NETTO, A. (Coord.). **O Brasil do século XXI**. São Paulo: Saraiva, 2011. V. 1, p. 409-425.

WORLD TRADE ORGANIZATION - WTO. **Understanding the WTO**. Geneva: WTO Publications, 2011. 112 p.

WORLD TRADE ORGANIZATION - WTO; UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME - UNEP. **Trade and Climate Change**. Geneva: WTO Publications, 2009. 166 p.

ANEXO METODOLÓGICO

A metodologia adotada aqui (Tabela A1) para classificar os produtos de acordo com sua intensidade tecnológica está baseada na nomenclatura de Lall (2000), que foi adaptada por Lima e Alvarez (2011).

Tabela A1 - Classificação das categorias de produtos segundo sua intensidade tecnológica

Categorias	Grupos SITC (revisão 4)
A Produtos primários	001, 011, 012, 022, 025, 034, 036, 041, 042, 043, 044, 045, 054, 057, 071, 072, 074, 075, 081, 091, 121, 211, 212, 222, 223, 231, 244, 245, 246, 261, 263, 268, 272, 273, 274, 277, 278, 281, 283, 284, 285, 286, 287, 289, 291, 292, 321, 333, 342, 343, 344, 345
B Produtos industrializados	
B.1 Manufaturas baseadas em recursos naturais	016, 017, 023, 024, 035, 037, 046, 047, 048, 056, 058, 059, 061, 062, 073, 098, 111, 112, 122, 232, 247, 248, 251, 264, 265, 269, 282, 288, 322, 325, 334, 335, 411, 421, 422, 431, 511, 514, 515, 516, 522, 523, 524, 531, 532, 551, 592, 621, 625, 629, 633, 634, 635, 641, 661, 662, 663, 664, 667, 681, 682, 683, 684, 685, 686, 687, 689
B.2 Manufaturas com baixa, média e alta tecnologia	266, 267, 512, 513, 525, 533, 541, 542, 553, 554, 562, 571, 572, 573, 574, 575, 579, 581, 582, 583, 591, 593, 597, 598, 599, 611, 612, 613, 642, 651, 652, 653, 654, 655, 656, 657, 658, 659, 665, 666, 671, 672, 673, 674, 675, 676, 677, 678, 679, 691, 692, 693, 694, 695, 696, 697, 699, 711, 712, 713, 714, 716, 718, 721, 722, 723, 724, 725, 726, 727, 728, 731, 733, 735, 737, 741, 742, 743, 744, 745, 746, 747, 748, 749, 751, 752, 759, 761, 762, 763, 764, 771, 772, 773, 774, 775, 776, 778, 781, 782, 783, 784, 785, 786, 791, 792, 793, 811, 812, 813, 821, 831, 841, 842, 843, 844, 845, 846, 848, 851, 871, 872, 873, 874, 881, 882, 884, 885, 891, 893, 894, 895, 897, 898, 899
C. Outras transações	351, 883, 892, 896, 911, 931, 961, 971

Fonte: atualizado para SITC revisão 4 a partir de Lima e Alvarez (2011) e Ovalle (2008).

Nota: para descrição dos grupos, ver (UN, 2006).