

# IMPACTOS AMBIENTAIS DO COMÉRCIO ENTRE O BRASIL E A CHINA ÓTICA DO CICLO DE VIDA DO PRODUTO

Stela Ansanelli | Raquel Moraes

Matheus Cintrão | Guilherme da Silva

## INTRODUÇÃO

As relações entre comércio e meio ambiente são diversas, abrangendo, por exemplo, impactos ambientais de políticas comerciais, consequências comerciais decorrentes das regulações ambientais nacionais e as influências da transferência de plantas produtivas de um país a outro por meio do investimento direto estrangeiro (IDE).

Um meio de abordar conceitualmente os efeitos da abertura comercial sobre o meio ambiente são os efeitos escala, composição e tecnológico, elaborados por Grosman e Krueger<sup>1</sup>. O efeito escala está relacionado ao aumento das transações comerciais que expandem a atividade econômica e, conseqüentemente, a pressão ambiental; o efeito composição trata da contribuição dos setores para as exportações do país, indicando a direção da especialização; e o efeito tecnológico envolve a integração das inovações tecnológicas capazes de reduzir os danos ambientais<sup>2</sup>.

Com relação às evidências empíricas, Schaper<sup>3</sup> examinou o impacto ambiental decorrente do processo de abertura comercial de nove países da América Latina e do Caribe de 1980 a 1995, por meio dos efeitos escala, composição e tecnológico. Como resultados gerais, observou que a pauta exportadora desses países nos anos 1990 tornou-se mais ambientalmente vulnerável do que nos anos 1980, devido ao grande volume (e participação) de exportações de produtos primários e dos provenientes das indústrias

## RESUMO

Este artigo analisa setorialmente o impacto ambiental da relação comercial entre o Brasil e a China no período de 2001 a 2017. Sob o argumento de que todo setor produtivo gera impacto ambiental, realizou-se uma análise dos fluxos de importação e exportação fundamentada na avaliação do ciclo de vida, que trata dos impactos ambientais causados no uso dos recursos, no processo produtivo, no consumo e descarte final. Os resultados reforçaram a vulnerabilidade ambiental desse padrão de comércio bilateral, por meio da especialização das exportações brasileiras em produtos primários e das importações em produtos intensivos em tecnologia, mas que geram emissões durante o consumo final do produto, gerando novos desafios em termos de políticas públicas e tratamento de resíduos sólidos.

*Palavras-chave:* ciclo de vida, comércio bilateral Brasil-China, meio ambiente, gestão do consumo final.

## ABSTRACT

**ENVIRONMENTAL IMPACTS OF TRADE BETWEEN BRAZIL AND CHINA: PRODUCT LIFE CYCLE PERSPECTIVE**



This article analyzes the environmental impact of the commercial relationship Brazil-China between 2001 and 2017. Under the argument that every productive sector generates an environmental impact, it was carried out an analysis of the import and export flows based on the Life Cycle Assessment (LCA), which deals with the environmental impacts caused in the use of the resources, in the production process, in the consumption and final disposal. The results reinforced the environmental vulnerability of this bilateral trade pattern, through the specialization of the Brazilian exports in primary products and imports of technology-intensive products, which generate emissions during the product final consumption, creating new challenges for public policies and solid waste treatment.

*Keywords:* life cycle, bilateral trade Brazil-China, environment, final consumption management.

poluidoras, como siderurgia, petróleo, química e papel e celulose. No caso do Brasil, verificou-se o aumento da intensidade no uso dos recursos naturais e uma constante especialização das exportações industriais «sujas» durante todo o período.

Young<sup>4</sup> analisou o potencial poluidor da indústria brasileira nos anos 1990, apresentando resultados obtidos a partir de coeficientes elaborados pela metodologia do Industrial Pollution Projection System (IPPS), que consiste em um sistema de estimativas de intensidade de emissão de poluentes industriais, criado por técnicos do Banco Mundial. O autor concluiu que, como consequência da reestruturação comercial brasileira, o setor exportador industrial brasileiro também se caracterizou por atividades mais potencialmente poluidoras, como de metalurgia e químicos. Ou seja, o aumento da intensidade de emissões da produção industrial brasileira foi conduzido pelo setor exportador.

Young e Lustosa<sup>5</sup>, também por meio do IPPS, constataram que, nos anos 1990, a produção industrial brasileira destinada às exportações foi mais intensiva em emissões do que a produção voltada para o mercado interno. Tal tendência, observada em praticamente todos os poluentes estudados, denota que a indústria brasileira acabou se especializando no fornecimento de bens produzidos em atividades potencialmente poluentes em uma escala superior à voltada ao mercado interno.

Para Young e Lustosa<sup>6</sup>, a chave do desenvolvimento desequilibrado entre países desenvolvidos e os latino-americanos encontra-se na relação centro-periferia. A organização desse sistema favorece o centro, detentor do progresso técnico e da produção de manufaturas, deixando a periferia desvalorizada e responsável pela provisão das matérias-primas, dadas suas vantagens por terem abundância em recursos naturais. A partir do Índice de Dependência de Produtos Primários e do IPPS, observou-se que, entre 1978 a 1997, o complexo exportador latino-americano, incluindo o brasileiro, esteve pautado por um padrão primário-exportador, apontando uma forte tendência de especialização na exportação de produtos industriais de maior potencial contaminante.

Mazzerro, Almeida e Miranda<sup>7</sup> fizeram uma análise ambiental do comércio bilateral Brasil-China entre 1990 e 2011, por meio dos efeitos escala, composição e tecnológico e indicadores biofísicos, como a intensidade-carbono das exportações (ICX). A dinâmica da estrutura exportadora Brasil-China indicou, juntamente com a integração comercial, o reforço da vulnerabilidade ambiental brasileira, que se concentrou em poucos produtos, sobretudo primários, manufaturas baseadas em recursos naturais e produtos de

indústrias ambientalmente sensíveis (IAS)<sup>8</sup>, e no aumento do volume das emissões de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>).

Oliveira, Almeida e Mazzero<sup>9</sup> analisam o perfil ambiental do comércio entre a China e quatro países latino-americanos (Argentina, Brasil, Chile e Peru) de 2000 a 2011, por meio da classificação de setores segundo sua intensidade tecnológica e pressão ambiental, como as indústrias limpas (IL) durante o processo produtivo (têxtil, maquinaria, transporte, eletrônicos), e as IAS. As constatações empíricas mostraram que as exportações deste grupo de países com a China estiveram concentradas em *commodities* intensivas em recursos naturais e que a abundância de recursos naturais nestes países confere vantagens comparativas, determinantes diretos à especialização na produção e exportação de bens primários ou de baixo processamento industrial. Tal movimento foi favorecido pelo *boom* nos preços das *commodities* que, apesar de gerar ganhos econômicos, não foi suficiente para impedir o retrocesso das estruturas produtivas<sup>10</sup>.

Desse modo, observa-se que a inserção das exportações brasileiras no mercado externo, sobretudo nos anos 2000 e em direção à China, tem reforçado a vulnerabilidade ambiental do país por acentuar a especialização em bens intensivos em recursos naturais e menos industrializados. No entanto, tais pesquisas estão baseadas em metodologias de classificação setorial a partir da intensidade dos fatores e do nível de emissões durante o processo produtivo. Sob esses critérios, alguns setores são considerados limpos, como automóveis e eletrônicos, mas seu consumo prejudica o ecossistema, por meio da emissão de CO<sub>2</sub> e da geração de resíduos sólidos. Os danos ambientais, portanto, provocados nas relações de comércio merecem ser investigados no âmbito das externalidades negativas da produção e do consumo.

O objetivo deste artigo é avaliar os impactos ambientais nas relações de comércio entre o Brasil e a China a partir da ótica do ciclo de vida do produto, sob o argumento de que todos os setores produtivos causam algum impacto ambiental, seja no uso de recursos, no processo de produção ou no consumo do bem final. A China foi escolhida por ser o principal parceiro comercial brasileiro. Além desta introdução, este trabalho apresentará a metodologia (classificação setorial e indicadores), os resultados e as considerações finais.

## **METODOLOGIA**

Avaliação do ciclo de vida (ACV) é uma técnica de análise e quantificação de possíveis impactos ambientais associados a um produto ou processo que visa a contabilização dos impactos do consumo de recursos e da geração de emissões para o meio ambiente, desde a extração das matérias-primas, processo produtivo, até o seu consumo e destinação final. Essa metodologia é regulamentada pelas normas ISO 14000 e a avaliação dos impactos ambientais está fundamentada nos conceitos e princípios do Guia do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (UNEP).

Embora a ACV seja destinada à análise de um produto, buscou-se aqui identificar e classificar, a partir da literatura, os setores cuja atividade gerasse maior intensidade de

impacto ambiental em uma das três fases do ciclo de vida: uso de materiais, produção ou consumo final. Em seguida, foram identificados os produtos referentes a cada setor e calculados os indicadores.

#### CLASSIFICAÇÃO DOS SETORES E PRODUTOS CONFORME ETAPAS DO CICLO DE VIDA: APONTAMENTOS DA LITERATURA

Nesta seção serão discutidos, com base na literatura, os principais setores de atividade em conformidade com seu maior potencial de impacto ambiental durante o ciclo de vida do produto, se no uso de materiais (e intensidade de recursos naturais), no processo produtivo ou no (ou após) o consumo final do produto.

#### *INTENSIDADE DE IMPACTO AMBIENTAL NO USO DE MATERIAIS*

A fase inicial do ciclo de vida do produto é denominada uso de materiais; engloba a exploração e uso dos recursos naturais, é integrante input do processo produtivo e gera externalidades pela ótica da produção.

O UNEP<sup>11</sup>, juntamente com o Painel Internacional de Gerenciamento de Recursos Sustentáveis, realizou uma análise dos impactos ambientais gerados pelas externalidades da produção e do produto. Sob a perspectiva do uso de materiais, o estudo apresenta algumas conclusões em relação a bens agrícolas e materiais bióticos, combustíveis fósseis e metais.

A colheita dos bens agrícolas e materiais bióticos, segundo UNEP<sup>12</sup>, promove a escassez e o uso da terra. Além disso, a agricultura moderna utiliza muitos recursos intensivos em energia, terra e água. Os fluxos de produtos de origem animal também geram um grande número de categorias de impacto, uma vez que mais de metade das culturas do mundo é usada para alimentar animais, e não pessoas, e a pesca, na maioria das vezes, é um setor com altos índices de superexploração.

As principais atividades envolvidas na extração direta de recursos abióticos são a exploração de combustíveis fósseis, mineração e pedreiras, que são recursos não renováveis. A agricultura foi identificada principalmente pelo potencial de efeito acidificante, uso intensivo de biomassa, degradação do solo e perda de biodiversidade<sup>13</sup>.

Em relação aos metais, os principais impactos estão relacionados aos estágios de mineração e extração, atividades altamente invasivas, que poluem o solo e podem contaminar o ar e a água. Além disso, os metais não são renováveis nem degradáveis, causando escassez dos recursos e afetando a saúde humana e o ecossistema<sup>14</sup>.

O Programa da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico<sup>15</sup> forneceu um relatório com orientações a respeito de questões metodológicas e de medição ligadas à análise de fluxos de materiais. Uma vez que os tipos de materiais não são uniformes em suas propriedades físicas e químicas e seus potenciais de geração de impactos ambientais negativos diferem, foram divididos entre fluxos tóxicos e fluxos em massa.

Fluxos tóxicos compreendem matérias-primas industriais, como minerais, metais (cobre, mercúrio, alumínio e chumbo) e combustíveis fósseis utilizados para fins não energéticos. Os fluxos em massa abarcam materiais a granel não tóxicos como: biomassa, minerais de construção (areia, cascalho, pedra) e combustíveis fósseis para o fornecimento de energia.

Para OCDE<sup>16</sup>, as biomassas agrícolas e de pastagem são alimento e fonte de energia (biocombustíveis) e a madeira é utilizada como material estrutural e como fonte energética. Todas são intensivas no uso da terra, geram acidificação e eutrofização, contaminam águas subterrâneas, causam perda de biodiversidade e do habitat natural, além de degradação e erosão do solo. A pesca causa sobreexploração dos recursos naturais, perda de biodiversidade e poluição marinha. Os processos de extração de todos os minerais (metálicos, industriais e de construção), assim como dos combustíveis fósseis, geram escassez de suprimento e de oferta, sobrecarga, alto uso da terra e alterações na mesma graças às extrações, perda de biodiversidade, compactação do solo e emissões locais.

Portanto, do ponto de vista do uso de materiais, conforme UNEP<sup>17</sup> e OCDE<sup>18</sup>, se destacam os setores produtores de bens agrícolas, pesca, combustíveis fósseis e minerais (metálicos e não metálicos).

#### *INTENSIDADE DE IMPACTO AMBIENTAL NO PROCESSO PRODUTIVO*

A fase intermediária do ciclo de vida do produto é a produção, que envolve todos os processos produtivos de transformação das matérias-primas e de geração de bens e serviços, e, assim como o uso de materiais, também é integrante input do processo produtivo e gera externalidades pela ótica da produção.

Há uma diversidade de estudos que buscam classificar e avaliar o potencial poluidor durante o processo produtivo. Low e Yeats<sup>19</sup>, baseados no critério de gasto na redução e controle da contaminação por unidade de produto, denominaram as indústrias ambientalmente sensíveis (IAS) como sendo aquelas que incorreram em gastos superiores a 1% do total das vendas dos Estados Unidos em 1988. As indústrias limpas (IL), por sua vez, seriam as de gastos inferiores a 1%.

Para o estudo, foram selecionadas 40 indústrias do banco de dados da Classificação Padrão do Comércio Internacional (SITC) de três dígitos, das quais fazem parte: metais ferrosos e não ferrosos, metal manufaturado, celulose e produtos de papel, produtos químicos orgânicos e inorgânicos, materiais radioativos, alcatrões minerais e produtos químicos de petróleo, fertilizantes fabricados, papel e cartão, artigos de papel, placas de madeira e madeira compensada, madeira manufaturada, petróleo refinado (332), produtos químicos agrícolas e cimento. Para os autores, as cinco indústrias de poluição intensiva são produtoras de: ferro e aço, minerais não ferrosos, produtos químicos, papel e produtos de papel e de outros produtos minerais não metálicos.

Para definir as indústrias sujas, Mani e Wheeler<sup>20</sup> utilizaram os dados do banco anual de estatísticas industriais ao nível de três dígitos do Padrão Internacional de Classificação Industrial (ISIC) da Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial (UNIDO). Os setores considerados altamente poluentes no ar, água e metais pesados foram os que incorreram com níveis elevados de despesas de redução por unidade de produção nos Estados Unidos e em outras economias da OCDE, nos anos de 1960-1995.

Os dez setores mais sujos do ISIC foram: ferro e aço, minerais não ferrosos, produtos químicos, refinaria de petróleo, outros produtos minerais não metálicos, papel e produtos de papel, outros produtos químicos, produtos de borracha, couro e produtos de couro, substitutos de couro e pele, com exceção de calçado e vestuário e produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos. Por sua vez, os cinco setores mais limpos, classificados nas

últimas posições, foram: têxteis, maquinaria não elétrica, máquinas elétricas, equipamentos de transporte e instrumentos<sup>21</sup>.

O SISTEMA DE PROJEÇÃO DE POLUIÇÃO INDUSTRIAL (IPPS) PERMITE TRAÇAR PERFIS DE POLUIÇÃO INDUSTRIAL, PARA PAÍSES E REGIÕES, A PARTIR DE DADOS DA INDÚSTRIA.

O Sistema de Projeção de Poluição Industrial (IPPS) permite traçar perfis de poluição industrial, para países e regiões, a partir de dados da indústria. Segundo o sistema,

a poluição industrial é afetada pela escala das atividades, por sua composição setorial e pelas tecnologias empregadas na produção. Foi criado pela Divisão do Meio Ambiente, Infraestrutura e Agricultura (PRDEI) em colaboração com o Census Bureau, do Centro de Estudos em Economia e da EPA dos Estados Unidos. Sua base de dados ambientais e econômicos abrange aproximadamente 200 mil instalações em todas as regiões do país, incluindo 1500 categorias de produtos e centenas de poluentes. Essa metodologia pode projetar emissões para o ar, água, resíduos sólidos e emissões de alguns gases de efeito estufa e compostos perigosos para a camada de ozônio, incorporando uma gama de fatores de risco tóxicos e ecotóxicos à saúde humana<sup>22</sup>.

Por meio do Índice Linearmente Ponderado de Toxicidade Humana Aguda, que utiliza 74 códigos ISIC de quatro dígitos, Hettige et al.<sup>23</sup> apresentaram uma classificação dos setores poluidores durante o processo produtivo em um ranking decrescente. Fertilizantes e pesticidas estão na primeira posição dos mais tóxicos, seguidos por outros químicos industriais (exceto fertilizantes). O setor de papel e celulose aparece em quinto lugar e os metais (não ferrosos), em décimo. Os quatro últimos, considerados os menos poluentes, são componentes do setor de alimentos e bebidas.

Em geral, constatou-se que os setores mais intensivos na geração de resíduos tóxicos por dólar de produção são produtos químicos industriais, plásticos, papel e metais. Os setores classificados como medianos produzem bens de consumo, como eletrodomésticos, têxteis e preparações de limpeza. As indústrias de máquinas-ferramentas e alimentos e bebidas estão entre as menos intensivas<sup>24</sup>.

O Departamento do Comércio dos Estados Unidos criou relatórios industriais para avaliar os custos e as despesas para redução da poluição no ano de 1990. Os dados foram coletados em um painel de amostras probabilísticas de aproximadamente 17 mil estabelecimentos selecionados da pesquisa anual de fabricação. Os estabelecimentos foram classificados nas indústrias de transformação segundo a definição da indústria descrita na edição de 1987 do manual da Classificação Industrial Padrão (SIC). Segundo a pesquisa, aproximadamente 78% de novas despesas de capital para a redução da poluição foram feitas por estabelecimentos de cinco grandes setores industriais: produtos químicos e afins, papel e produtos afins, produtos de petróleo e carvão, indústrias de metais primários e equipamentos de transporte<sup>25</sup>.

Sob a perspectiva da produção, UNEP<sup>26</sup> considera como fontes de pressões ambientais as emissões de gases de efeito estufa, emissões de substâncias eutrofizantes e acidificantes, emissões de substâncias tóxicas, extração de recursos abióticos e uso da terra e água doce. Para UNEP<sup>27</sup>, destacam-se a indústria química, de papel e celulose e de metais. As principais causas da poluição química estão no descarte incorreto dos produtos e efluentes tóxicos, nos altos índices de emissão de gases de efeito estufa liberados na queima de combustíveis fósseis utilizados na geração de energia. A fabricação de papel e celulose exige elevado consumo de água e utilização de produtos químicos nas fases de branqueamento do papel, cuja contaminação pode ser acentuada pelo tratamento inadequado dos efluentes. Em relação aos metais, os principais impactos estão nas indústrias metalúrgica e siderúrgica, pois podem gerar substancial contaminação do ar, água e solo durante os processos de transformação dos metais e são intensivas em energia.

Conforme exposto por essa literatura, pode-se concluir que, na fase da produção, os setores mais intensivos em poluição são os de siderurgia, metalurgia e refino de petróleo (que processam recursos minerais metálicos, não metálicos e combustíveis fósseis) e as indústrias química e de papel e celulose. Em contrapartida, as indústrias que apresentaram baixo potencial poluidor durante seu processo produtivo foram: eletrônica, máquinas e aparelhos, instrumentos, têxtil e mecânica.

#### *INTENSIDADE DE IMPACTO AMBIENTAL NO CONSUMO FINAL*

A fase final do ciclo de vida do produto está atrelada ao seu consumo e consequente descarte. É integrante *output* do processo produtivo e responsável pelas externalidades da ótica do consumo do produto.

A UNEP<sup>28</sup> trata os impactos ambientais decorrentes do consumo final por meio das emissões de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), do consumo energético e da importância da categoria de demanda final das famílias e do governo. O consumo familiar, na maioria dos países, determina 60% ou mais do impacto no ciclo de vida do consumo final, enquanto o consumo público (investimento em infraestrutura e maquinários), em termos globais, está em 10% das emissões de gases de efeito estufa.

As evidências empíricas apontaram que os alimentos, os produtos manufaturados (principalmente eletrodomésticos), habitação e a mobilidade determinam mais de 70% dos impactos do consumo doméstico. As embarcações movidas a motores são consideradas intensivas em poluição na fase do consumo final, uma vez que essas são grandes geradoras de emissão e se transformam em sucata após serem inutilizadas. O mesmo pode ser observado com os veículos a motor<sup>29</sup>.

A demanda energética e a quantidade de emissão de CO<sub>2</sub> e de resíduos gerados pelas demandas finais estão correlacionadas com a renda e o crescimento populacional e econômico. Assim, quanto maiores os níveis de renda, maior a influência do setor de mobilidade e maquinários elétricos e não elétricos, e quanto menor a renda, maiores as pressões ambientais resultantes diretas da alimentação<sup>30</sup>.

De acordo com Baldé et al.<sup>31</sup>, a produção global de equipamentos eletroeletrônicos e de seus resíduos é crescente e preocupante. Em 2017, metade da população mundial possuía algum tipo de eletrônico e foram contabilizados mais de sete bilhões de telefones celulares no mundo. Com respeito ao lixo, em 2016 foram geradas surpreendentes 44,7 milhões de toneladas desses resíduos no mundo, ou o equivalente a 6,1 quilos por habitante (kg/hab.), acima dos 5,8 kg/hab. em 2014. Isso representa cerca de 4500 Torres Eiffel a cada ano. A quantidade de lixo eletrônico deverá aumentar para 52,2 milhões de toneladas até 2021.

Entende-se por resíduo ou lixo eletrônico (*e-waste*) uma gama de produtos com circuitos ou componentes elétricos com fonte de energia ou bateria que abrangem seis categorias: equipamentos de resfriamento e congelamento (geladeiras, *freezers*); telas (TV, monitor, *notebook*); lâmpadas; grandes equipamentos (geladeiras, secadoras, lavadoras); pequenos equipamentos (microondas, torradeiras, calculadoras); e tecnologias de informação e equipamentos de telecomunicações (telefones, impressoras, celulares, computadores)<sup>32</sup>. Por conter componentes perigosos, como metais pesados (cromo, cádmio, mercúrio, entre outros), o descarte inadequado traz sérias implicações à saúde humana e ao meio ambiente, podendo contaminar o solo, o ar e a água. Os processos de desmonte e manipulação desses resíduos inadequados representam riscos adicionais aos trabalhadores<sup>33</sup>.

Portanto, de acordo com UNEP<sup>34</sup> e Baldé et al.<sup>35</sup>, os setores produtores de automóveis, alimentos e bebidas processados, embarcações (a motor), equipamentos eletrônicos e máquinas não elétricas se destacam como sendo as principais fontes de poluição na fase do consumo final do ciclo de vida. Importante ressaltar que tais indústrias são consideradas limpas durante o processo produtivo, conforme discutido na seção anterior.

### CLASSIFICAÇÃO FINAL

A partir das discussões realizadas nas seções anteriores, podem-se classificar os setores conforme o grau de maior intensidade poluidora em cada fase do ciclo de vida do produto em três grupos, conforme apresentado no quadro 1.



**Quadro 1** > Classificação setorial conforme o maior grau de intensidade em cada fase do ciclo de vida do produto

<b>Uso de materiais</b>	Agropecuária e pesca, combustíveis fósseis, mineração (todos os minerais, inclusive metálicos).
<b>Produção</b>	Indústria química; papel e celulose, metalurgia e siderurgia, refino do petróleo, indústria de minerais não metálicos.
<b>Consumo final</b>	Alimentos e bebidas, veículos a motor, embarcações, equipamentos eletrônicos, indústria de máquinas exceto elétricas.

Fonte: Elaboração própria.

## CLASSIFICAÇÃO DOS PRODUTOS CONFORME ETAPAS DO CICLO DE VIDA: INDICADORES

Após a classificação dos setores conforme os critérios da ACV, foram selecionados os códigos dos produtos referentes a cada atividade setorial, conforme descritos no Anexo. O levantamento dos valores dos fluxos de exportação e importação do comércio bilateral Brasil e China foi feito em dólares, utilizando a classificação estatística do sistema harmonizado (HS), da revisão de 2007, atualizados para 2012, ao nível de quatro dígitos para os grupos de produtos e períodos selecionados na base de dados mundiais UN COMTRADE.

Os códigos de comércio HS utilizados foram pesquisados e selecionados, um a um, no site do Ministério de Desenvolvimento da Indústria e Comércio (MDIC), com apoio da lista elaborada por Oliveira, Almeida e Mazzero<sup>36</sup>, que apresenta os códigos HS 2007 para setores produtores intensivos em recursos naturais, IAS e IL.

Nem todos os códigos HS existentes estão presentes nas classificações elaboradas; constam apenas aqueles que são identificados pela metodologia da literatura analisada como compatíveis com o estudo proposto. Por exemplo, o setor de embarcações, classificado como sujo na fase do consumo final, incluiu apenas embarcações que necessitam de força externa para locomoção. Foram excluídos os códigos referentes às embarcações que se movem através do vento ou boias, uma vez que essas não são intensivas em emissões como as movidas a motores pesados.

O período total do estudo vai de 2001, ano de ingresso da China na Organização Mundial do Comércio (OMC), a 2017, data mais recente de disponibilidade de dados na UN COMTRADE.

O indicador utilizado para analisar a contribuição dos setores mais intensivos em poluição em cada fase do ciclo de vida é denominado Índice de Dependência das Exportações/Importações, assim como o sugerido por Young e Lustosa<sup>37</sup>. O indicador foi calculado

para o grupo de produtos que correspondem a cada uma das três fases do ciclo de vida (uso de materiais, produção e consumo final) e é representado pelo percentual das exportações/importações do grupo sobre as exportações/importações totais do país<sup>38</sup>. No caso das exportações, o indicador  $X$  fica definido como:

$$X = \frac{X_{ij}}{X_j}$$

Onde  $X_{ij}$  é a participação das exportações do grupo de produtos  $i$  para o país  $j$  e  $X_j$  é o fluxo total das exportações com destino ao país  $j$ .

No caso das importações, o indicador  $M$  fica definido como:

$$M = \frac{M_{ij}}{M_j}$$

Onde  $M_{ij}$  é o valor das importações do grupo de produtos  $i$  advindas do país  $j$  e  $M_j$  é o fluxo total das importações advindas do país  $j$ .

Importa observar que o denominador dos indicadores engloba 100% das exportações/importações brasileiras para/da China no período selecionado, inclusive a parcela dos códigos não incluídos nas classificações elaboradas, visto que permite medir o peso de cada setor no total exportado/importado. Além disso, no caso estudado,  $j$  é a China e os grupos  $i$  de produtos representam os setores intensivos em poluição, 1, 2 e 3, de acordo com a ordem das fases do ciclo de vida do produto:

Grupo 1 – Setores que concentram os produtos poluidores intensivos em uso de materiais (produtos primários): agropecuária e pesca, combustíveis fósseis e minerais metálicos e não metálicos.

Grupo 2 – Setores industriais intensivos em poluição na fase de produção: indústria química, papel e celulose, indústria de transformação de metais e de minerais não metálicos e refino do petróleo.

Grupo 3 – Setores industriais intensivos em poluição no consumo final: indústria de alimentos e bebidas, veículos a motor, embarcações, equipamentos eletrônicos e máquinas.

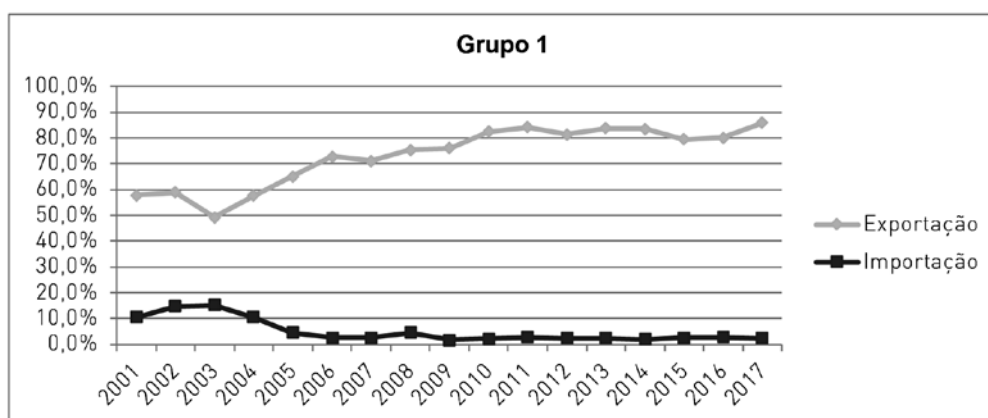
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Entre 2001 e 2017, os fluxos de comércio entre o Brasil e a China se intensificaram acentuadamente. O valor das exportações totais do Brasil para a China no período cresceu cerca de 2400%, enquanto as importações aumentaram em 2000% no período. Dentre os grupos, destacaram-se os intensivos no uso de materiais nas exportações, que passaram de US\$ um bilhão para US\$ 40 bilhões, e os intensivos no consumo final

nas importações, que saltaram de US\$ 480 milhões para US\$ 11 bilhões (elaboração própria a partir de UN COMTRADE<sup>39</sup>).

Com relação aos bens produzidos pelos setores intensivos no uso de materiais, pode-se observar, como colocado pelo gráfico 1, uma grande diferença entre a dependência nas exportações e nas importações nas relações de comércio do Brasil com a China. De 2001 a 2017, apesar de algumas oscilações, a participação das exportações brasileiras desses produtos no total enviado para a China passou de aproximadamente 60% para 85%, enquanto as importações caíram de 10% a 2,4%.

**Gráfico 1** > Índice de dependência das exportações e importações de bens intensivos no uso de materiais, em (%), no comércio Brasil-China entre 2001 e 2017



Fonte: Elaboração própria a partir de UN COMTRADE<sup>40</sup>.

Os produtos que mais se destacaram nas exportações desse grupo foram soja (HS 1201), minérios de ferro e seus concentrados (HS 2601) e óleos brutos de petróleo (HS 2709), que juntos representaram, em média, 70% do total exportado pelo Brasil à China no período.

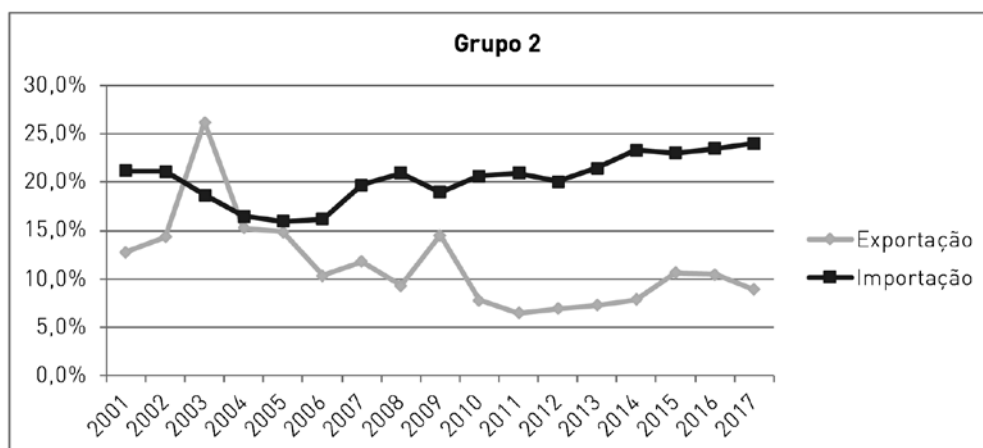
Dentro desse quadro, o grupo 1 apresentou exportações com trajetória ascendente e importações que se mantiveram inexpressivas, demonstrando que a pauta exportadora brasileira esteve baseada em produtos primários, que são intensivos na extração de recursos naturais. Esses resultados e tendências são corroborados por outros estudos, como Mazzero, Almeida e Miranda<sup>41</sup> e Oliveira, Almeida e Mazzero<sup>42</sup>.

No tocante ao comportamento dos bens produzidos por setores intensivos em poluição durante o processo produtivo, pode-se observar, conforme o gráfico 2, que, na maioria dos anos, a participação das importações no total importado da China superou a participação das exportações, com exceção de 2002-2004. Nesses dois anos, a relação se inverte. Essa trajetória é similar ao observado por Mazzero<sup>43</sup>, apesar de usar uma meto-

dologia diferente<sup>44</sup>. De todo modo, ao longo da década de 2000 a 2010, a distância entre a participação do grupo nas exportações e nas importações aumenta, sobretudo após 2015, finalizando o período com 24% e 9%, respectivamente.

Dentro do grupo 2, os produtos com maior peso nas importações foram dois tipos de químicos, compostos de nitrogênio e outros compostos inorgânicos (HS 2933 e HS 2931), produtos laminados com planos de ferro ou aço não ligado (HS 7210) e fertilizantes minerais ou químicos (HS 3105). As participações são mais dispersas, sem concentração em poucos produtos, como no grupo 1, porém, destacam-se produtos químicos e da indústria siderúrgica. Esses resultados também foram confirmados por Mazzero, Almeida e Miranda<sup>45</sup> e Oliveira, Almeida e Mazzero<sup>46</sup>.

**Gráfico 2** > Índice de dependência das exportações e importações dos bens intensivos em poluição no processo produtivo, em [%], no comércio Brasil-China entre 2001 e 2017

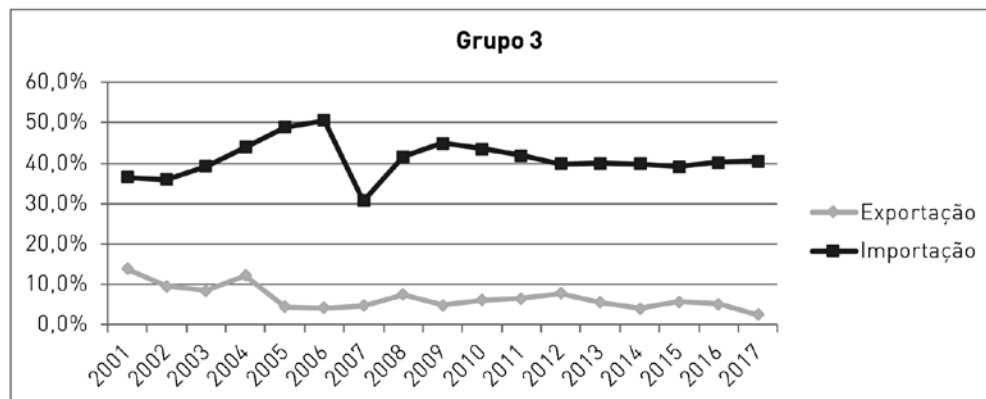


Fonte: Elaboração própria a partir de UN COMTRADE<sup>47</sup>.

Conforme o gráfico 3, assim como o segundo grupo, o grupo 3 – intensivo em impacto ambiental no consumo final – apresentou trajetória de dependência crescente para importações e decrescente para exportações, sendo a parcela importada durante todo o período muito mais expressiva do que a exportada.

No total das importações brasileiras provenientes da China, o peso do grupo 3 foi de 36% em 2001 e, apesar da queda acentuada em 2007, em 2017 sua participação alcançou os 40%, indicando que os setores e produtos intensivos em poluição no consumo final são os mais importantes da nossa pauta importadora durante todo o período. Já para as exportações, nos mesmos anos em questão, percebe-se que o grupo 3 perdeu participação, caindo de 14% em 2001 para 3% em 2017, que, perto dos 40% das importações para o mesmo ano, pode ser considerada inexpressiva.

**Gráfico 3** > Índice de dependência das exportações e importações dos bens intensivos em poluição no consumo final, em (%), no comércio Brasil-China entre 2001 e 2017



Fonte: Elaboração própria a partir de UN COMTRADE<sup>48</sup>.

Os produtos de maior destaque dentro do grupo 3, entre 2001 e 2017, foram: partes eletrônicas e aparelhos telefônicos, inclusive celulares (HS 8529 e HS 8517), que representaram, cada um, cerca de 5% do total importado; partes e acessórios de máquinas (HS 8743), máquinas de processamento de dados (HS 8471) e circuitos integrados eletrônicos (HS8542), cada um refletindo em torno de 3% das importações totais da China. Considerando apenas as importações desse grupo, tais produtos tiveram representatividade média de 50%.

Os resultados, para os três grupos, denotam que, nas relações comerciais com a China, o Brasil continua se especializando nas exportações de bens intensivos em recursos naturais, gerando efeitos escala e composição negativos, mas, desde os anos 2000, passou a importar cada vez mais bens industrializados, intensivos em poluição durante o processo produtivo e no consumo final. Desse modo, este trabalho, diferentemente dos demais, revela que o país tem concentrado suas importações em produtos intensivos em tecnologia, mas poluidores na fase do consumo final, sobretudo produtos eletrônicos, causando sérios problemas no tocante à geração, descarte, tratamento e gestão de resíduos tóxicos. Conforme ressaltado por Baldé et al.<sup>49</sup>, o Brasil é o segundo país que mais produz lixo eletrônico nas Américas, em torno de 1,5 mil toneladas por ano, e ainda não possui uma legislação ambiental específica.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo buscou contribuir com a análise dos impactos ambientais nas relações de comércio em âmbito setorial. De forma explícita, o objetivo do trabalho foi avaliar os impactos ambientais nas relações de comércio entre o Brasil e a China, de 2001 a 2017,

a partir da ótica do ciclo de vida do produto, sob o argumento de que todos os setores produtivos causam algum impacto ambiental, seja no uso de recursos, no processo de produção ou no consumo do bem final.

Os resultados mostraram que o Brasil está cada vez mais exportando produtos intensivos em recursos naturais para a China e importando produtos intensivos em tecnologia, conforme suas vantagens comparativas, assim como colocado por Young e Lustosa<sup>50</sup> e Mazzero, Almeida e Miranda<sup>51</sup>. Desse modo, as exportações foram intensivas no uso de materiais, fase do ciclo de vida executada no Brasil, e suas importações estiveram concentradas em produtos poluidores durante o processo produtivo, que ficam na China, mas, sobretudo, em bens que geram externalidades negativas durante o consumo e descarte final, que ficam no solo nacional, como os resíduos de equipamentos eletroeletrônicos. Essa é a contribuição inédita deste trabalho em relação aos anteriores.

Tais resultados trazem implicações políticas, econômicas e socioambientais. Em termos políticos, ressalta-se a necessidade de regulações que tratem da destinação e tratamento, em especial, de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos. Embora tenha sido promulgada em 2010 a Política Nacional de Resíduos Sólidos, que inclui esta categoria de lixo e a incorporação da logística reversa, seu prazo de vigência foi estendido e no Brasil, como destacado por Baldé et al.<sup>52</sup>, não há uma legislação específica sobre o tema, assim como na maioria dos países de menor desenvolvimento econômico. Ademais, a falta de rigor regulatório em certos países, como os de menor renda da Ásia, pode trazer o agravante de torná-los destinos das exportações de lixo eletrônico, também chamados de «eletrônicos usados».

Do ponto de vista econômico, é possível questionar, de um lado, se há relação entre o processo de desindustrialização no Brasil, caracterizada pela especialização na produção e exportação de bens primários e importação de bens manufaturados, e a geração de externalidades negativas decorrentes do consumo destes bens importados.

De outro lado, a gestão adequada desses resíduos eletrônicos pode gerar oportunidades lucrativas. Segundo Baldé et al.<sup>53</sup>, cerca de €55 bilhões podem ser criados pela extração de metais preciosos contidos no lixo eletrônico, como ouro, prata, cobre e platina, e pela reciclagem de outros materiais, como ferro, alumínio e plástico. A economia circular, portanto, permite potencializar a valorização econômica e a formação de empregos via gestão de lixo eletrônico, que apresenta, dessa forma, profunda relação com os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS).

Quanto aos aspectos socioambientais, devem-se ressaltar as implicações da obsolescência programada e dos padrões desenfreados de consumo, vinculados ao que Sachs<sup>54</sup> chama de civilização do ter. Ou seja, mesmo com políticas rigorosas e gestão adequada dos resíduos, ainda resta o desafio que nações devem enfrentar no que toca a conciliar um padrão de consumo desenfreado com desenvolvimento econômico.

Dentre as limitações deste trabalho e sugestões para pesquisas futuras podemos destacar: o desenvolvimento e utilização de outra unidade de medida para volume, visto

que as disponíveis são muito variáveis e insuficientes; e o detalhamento e a avaliação de outros impactos ambientais ao longo do ciclo de vida, como intensidade no uso de energia e no uso da água. **RI**

Data de receção: 3 de setembro de 2019 | Data de aprovação: 9 de junho de 2020

**Stela Luiza de Mattos Ansanelli** Professora do Departamento de Economia da FCLAr-UNESP Brasil; doutora em Desenvolvimento Econômico pela UNICAMP em 2008, mestre em Economia pela UFSC em 2001 e graduada em Ciências Econômicas pela UNESP. Realiza pesquisa em

comércio internacional e meio ambiente, inovação ambiental e empregos verdes.

> Universidade Estadual Paulista, Rua Quirino de Andrade, 215 - Centro - São Paulo/SP, CEP 01049-010, Brasil | stela.luiza@unesp.br

**Raquel Novais Moraes** Licenciada (2017) em Ciências Econômicas pela FCLAr-UNESP Brasil. Atualmente atua no mercado financeiro como trader autônoma.

> raquelnovaismoraes@gmail.com

**Matheus Gonçalves Cintrão** Mestrando no Programa de Pós-Graduação do Departamento de Economia da Faculdade de Administração, Contabilidade e Economia (FACE) da Universidade de Brasília. Licenciado (2019) em Ciências Econômicas pela Faculdade de Ciências e Letras

de Araraquara (FCLAr) da UNESP. Foi bolsista Fapesp de 2017 a 2019, atuando principalmente nos seguintes temas: vantagem comparativa, comércio internacional, bens ambientais, Doha.

> mgcintrao@gmail.com

**Guilherme da Silva** Doutorando em Economia na FCLAr-UNESP Brasil. Mestre (2017) pela mesma instituição, e licenciado em Ciências Econômicas pela UNICAMP. Tem como principal tema de

investigação a economia ecológica, em particular a gestão de recursos hídricos.

> guilhermedasilvaog@gmail.com

## NOTAS

**1** GROSSMAN, Gene M.; KRUEGER, Alan B. – «Environment impacts of a North American free trade agreement». In GARNBER, Peter M., ed. – *The Mexican-US Free Trade Agreement*. Cambridge: Cambridge MIT Press, 1993, pp. 1-10.

**2** *Ibidem*.

**3** SCHAPER, Marianne – «Impactos ambientales de los cambios en la estructura exportadora en nueve países de América Latina y el Caribe: 1980-1995». Santiago do Chile: Naciones Unidas –

CEPAL. *Série «Medio Ambiente y Desarrollo»*, vol. 19, 1999.

**4** YOUNG, C. E. F. – «International trade and industrial emissions in Brazil: an input-output approach». In *Anais... XIII International Conference on Input Output Techniques*. Macerata, Itália. 21-25 de agosto de 2000.

**5** YOUNG, C. E. F.; LUSTOSA, M. C. J. – «Meio ambiente e competitividade na indústria brasileira». In *Revista de Economia Contemporânea*. Rio de

Janeiro. Vol. 5, N.º especial, 2001, pp. 231-259.

**6** YOUNG, C. E. F.; LUSTOSA, M. C. – «Competitividade e meio ambiente: a nova relação centro-periferia». In BRAGA, A. S.; MIRANDA, L. C., org. – *Comércio e Meio Ambiente: Uma Agenda Positiva para o Desenvolvimento Sustentável*. Brasília: MMA/SDS, 2002.

**7** MAZZERO, Marcelo Fernando; ALMEIDA, Luciana Togeiro de; MIRANDA, Sílvia Helena Galvão de – «Análise

- ambiental do comércio bilateral Brasil-China segundo as emissões de CO2». In *Revista Iniciativa Econômica*. Vol. 1, N.º 2, 2014.
- 8** O estudo de Low e Yeats [LOW, Patrick; YEATS, A. – «Do dirty industries migrate?». In LOW, Patrick, ed. – *International Trade and the Environment*. Washington, DC: The World Bank. Discussion Paper 159, 1992, pp. 89-104] identifica as IAS como aquelas que incorreram no mais alto nível de combate à poluição e controle de gastos nos Estados Unidos no ano de 1998.
- 9** OLIVEIRA, Thais Diniz; ALMEIDA, Luciana Togeiro de; MAZZERO, Marcelo Fernando – «Evidências da vulnerabilidade ambiental do comércio entre a China e países latino-americanos selecionados (2000-2011): os casos de Argentina, Brasil, Chile e Peru». In *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica*. Vol. 26, 2016, pp. 25-44.
- 10** LOW, Patrick; YEATS, A. – «Do dirty industries migrate?».
- 11** UNEP – *Assessing the Environmental Impacts of Consumption and Production: Priority Products and Materials*. A Report of the Working Group on the Environmental Impacts of Products and Materials to the International Panel for Sustainable Resource Management, 2010.
- 12** OLIVEIRA, Thais Diniz; ALMEIDA, Luciana Togeiro de; MAZZERO, Marcelo Fernando – «Evidências da vulnerabilidade ambiental do comércio entre a China e países latino-americanos selecionados (2000-2011)...».
- 13** *Ibidem*.
- 14** *Ibidem*.
- 15** OCDE – *Measuring Material Flows and Resource Productivity*. Paris: The OECD Guide, 2008, vol. I.
- 16** *Ibidem*.
- 17** UNEP – *Assessing the Environmental Impacts of Consumption and Production...*
- 18** OCDE – *Measuring Material Flows and Resource Productivity*.
- 19** LOW, Patrick; YEATS, A. – «Do dirty industries migrate?», pp. 89-104.
- 20** MANI, Mutukumara; WHEELER, David – «In search of pollution havens? Dirty industry in the world economy, 1960-1995». In *Journal of Environment & Development*. [S. l.]. Vol. 7, N.º 3, setembro de 1998, pp. 215-247.
- 21** *Ibidem*.
- 22** HETTIGE, Hemamala; MARTIN, Paul Jonathan; SINGH, Manjula; WHEELER, David R. – *IPPS – The Industrial Pollution Projection System*. Worldbank, 1995.
- 23** *Ibidem*.
- 24** *Ibidem*.
- 25** US DEPARTMENT OF COMMERCE – *Pollution Abatement Costs and Expenditures: 1990 (MA200-90)*. Bureau of the Census, abril de 1991.
- 26** UNEP – *Assessing the Environmental Impacts of Consumption and Production...*
- 27** *Ibidem*.
- 28** *Ibidem*.
- 29** *Ibidem*.
- 30** *Ibidem*.
- 31** BALDÉ, C. P. et al. – *The Global E-waste Monitor 2017: Quantities, Flows, and Resources*. Bona-Genebra-Viena: United Nations University (UNU), International Telecommunication Union (ITU) & International Solid Waste Association (ISWA), 2017.
- 32** *Ibidem*.
- 33** *Ibidem*.
- 34** UNEP – *Assessing the Environmental Impacts of Consumption and Production...*
- 35** BALDÉ, C. P. et al. – *The Global E-waste Monitor 2017...*
- 36** OLIVEIRA, Thais Diniz; ALMEIDA, Luciana Togeiro de; MAZZERO, Marcelo Fernando – «Evidências da vulnerabilidade ambiental do comércio entre a China e países latino-americanos selecionados (2000-2011)...».
- 37** YOUNG, C. E. F.; LUSTOSA, M. C. J. – «Meio ambiente e competitividade na indústria brasileira».
- 38** Segundo informações obtidas de Young por e-mail [2018], «é melhor trabalhar com métricas em valor. A métrica em volume faz pouco sentido, porque a disparidade é muito grande».
- 39** UNITED NATIONS. DEPARTMENT OF ECONOMIC AND SOCIAL AFFAIRS – UN COMTRADE: United Nations Commodity Trade Statistics Database, 2018.
- 40** *Ibidem*.
- 41** MAZZERO, Marcelo Fernando; ALMEIDA, Luciana Togeiro de; MIRANDA, Sílvia Helena Galvão de – «Análise ambiental do comércio bilateral Brasil-China segundo as emissões de CO2».
- 42** OLIVEIRA, Thais Diniz; ALMEIDA, Luciana Togeiro de; MAZZERO, Marcelo Fernando – «Evidências da vulnerabilidade ambiental do comércio entre a China e países latino-americanos selecionados (2000-2011)...».
- 43** MAZZERO, Marcelo Fernando – *Análise Ambiental do Comércio Bilateral Brasil-China*. Faculdade de Ciências e Letras, Universidade Estadual Paulista «Júlio de Mesquita Filho». São Paulo, Brasil. 2012. Monografia.
- 44** Ver figura 6 [MAZZERO, Marcelo Fernando – *Análise Ambiental do Comércio Bilateral Brasil-China*, p. 38].
- 45** MAZZERO, Marcelo Fernando; ALMEIDA, Luciana Togeiro de; MIRANDA, Sílvia Helena Galvão de – «Análise ambiental do comércio bilateral Brasil-China segundo as emissões de CO2».
- 46** OLIVEIRA, Thais Diniz; ALMEIDA, Luciana Togeiro de; MAZZERO, Marcelo Fernando – «Evidências da vulnerabilidade ambiental do comércio entre a China e países latino-americanos selecionados (2000-2011)...».
- 47** UNITED NATIONS. DEPARTMENT OF ECONOMIC AND SOCIAL AFFAIRS – UN COMTRADE: United Nations Commodity Trade Statistics Database, 2018.
- 48** *Ibidem*.
- 49** BALDÉ, C. P. et al. – *The Global E-waste Monitor 2017...*
- 50** YOUNG, C. E. F.; LUSTOSA, M. C. J. – «Meio ambiente e competitividade na indústria brasileira».
- 51** MAZZERO, Marcelo Fernando; ALMEIDA, Luciana Togeiro de; MIRANDA, Sílvia Helena Galvão de – «Análise ambiental do comércio bilateral Brasil-China segundo as emissões de CO2».
- 52** BALDÉ, C. P. et al. – *The Global E-waste Monitor 2017...*
- 53** *Ibidem*.
- 54** SACHS, Ignacy – *Caminhos para o Desenvolvimento Sustentável*. Rio de Janeiro: Garamond, 2000.



## BIBLIOGRAFIA

- BALDÉ, C. P. et al. – *The Global E-waste Monitor 2017: Quantities, Flows, and Resources*. Bona-Genebra-Viena: United Nations University (UNU), International Telecommunication Union (ITU) & International Solid Waste Association (ISWA), 2017.
- GROSSMAN, Gene M.; KRUEGER, Alan B. – «Environment impacts of a North American free trade agreement». In GARBBER, Peter M., ed. – *The Mexican-US Free Trade Agreement*. Cambridge: Cambridge MIT Press, 1993, pp. 1-10.
- HETTIGE, Hemamala; MARTIN, Paul Jonathan; SINGH, Manjula; WHEELER, David R. – *IPPS – The Industrial Pollution Projection System*. Worldbank, 1995.
- LOW, Patrick; YEATS, A. – «Do dirty industries migrate?». In LOW, Patrick, ed. – *International Trade and the Environment*. Washington, DC: The World Bank. Discussion Paper 159, 1992, pp. 89-104.
- MANI, Mutukumara; WHEELER, David – «In search of pollution havens? Dirty industry in the world economy, 1960-1995». In *Journal of Environment & Development*. [S. l.]. Vol. 7, N.º 3, setembro de 1998, pp. 215-247.
- MAZZERO, Marcelo Fernando – *Análise Ambiental do Comércio Bilateral Brasil-China*. Faculdade de Ciências e Letras, Universidade Estadual Paulista «Júlio de Mesquita Filho». São Paulo, Brasil, 2012. Monografia.
- MAZZERO, Marcelo Fernando; ALMEIDA, Luciana Togeiro de; MIRANDA, Sílvia Helena Galvão de – «Análise ambiental do comércio bilateral Brasil-China segundo as emissões de CO2». In *Revista Iniciativa Econômica*. Vol. 1, N.º 2, 2014.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – *Política Nacional de Resíduos Sólidos*. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/pol%C3%ADtica-de-res%C3%ADUOS-s%C3%B3LIDOS>.
- OCDE – *Measuring Material Flows and Resource Productivity*. Paris: The OECD Guide, 2008, vol. 1.
- OLIVEIRA, Thais Diniz; ALMEIDA, Luciana Togeiro de; MAZZERO, Marcelo Fernando – «Evidências da vulnerabilidade ambiental do comércio entre a China e países latino-americanos selecionados (2000-2011): os casos de Argentina, Brasil, Chile e Peru». In *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica*. Vol. 26, 2016, pp. 25-44.
- SACHS, Ignacy – *Caminhos para o Desenvolvimento Sustentável*. Rio de Janeiro: Garamond, 2000.
- SCHAPER, Marianne – «Impactos ambientales de los cambios en la estructura exportadora en nueve países de América Latina y el Caribe: 1980-1995». Santiago do Chile: Naciones Unidas – CEPAL. Série «Medio Ambiente y Desarrollo», vol. 19, 1999.
- UNEP – *Assessing the Environmental Impacts of Consumption and Production: Priority Products and Materials*. A Report of the Working Group on the Environmental Impacts of Products and Materials to the International Panel for Sustainable Resource Management, 2010.
- UNITED NATIONS. DEPARTMENT OF ECONOMIC AND SOCIAL AFFAIRS – UN COMTRADE: United Nations Commodity Trade Statistics Database. 2018.
- US DEPARTMENT OF COMMERCE – *Pollution Abatement Costs and Expenditures: 1990 (MA200-90)*. Bureau of the Census, abril de 1991.
- YOUNG, C. – Sobre o índice da dependência [exportações e importações]. Destinatário: Stela Luiza Ansanelli. [S. l.]. 9 de janeiro de 2018. Mensagem eletrônica.
- YOUNG, C. E. F. – «International trade and industrial emissions in Brazil: an input-output approach». In *Anais... XIII International Conference on Input Output Techniques*. Macerata, Itália. 21-25 de agosto de 2000.
- YOUNG, C. E. F.; LUSTOSA, M. C. J. – «Meio ambiente e competitividade na indústria brasileira». In *Revista de Economia Contemporânea*. Rio de Janeiro. Vol. 5, N.º especial, 2001, pp. 231-259.
- YOUNG, C. E. F.; LUSTOSA, M. C. – «Competitividade e meio ambiente: a nova relação centro-periferia». In BRAGA, A. S.; MIRANDA, L. C., org. – *Comércio e Meio Ambiente: Uma Agenda Positiva para o Desenvolvimento Sustentável*. Brasília: MMA/SDS, 2002.