



**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS E LETRAS
DEPARTAMENTO DE ECONOMIA**

RAQUEL NOVAIS MORAES

**Impactos Ambientais do Comércio entre Brasil e China:
Ótica do ciclo de vida do produto**

Araraquara – SP

2017

RAQUEL NOVAIS MORAES

Impactos Ambientais do Comércio entre Brasil e China: ótica do ciclo de vida do produto

Monografia apresentada ao Programa de Graduação em Economia da Faculdade de Ciências e Letras, Campus Araraquara – FCLAR da Universidade Estadual Júlio de Mesquita Filho – UNESP, como requisito para obtenção do título de Bacharel em Economia.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Stela Luiza de Mattos Ansanelli.

Data da defesa: 06/12/2017

Membros componentes da banca examinadora:

Presidente e Orientador: Prof.^a Dr.^a Stela Luiza de Mattos Ansanelli
Universidade Estadual Paulista - UNESP

Membro Titular: Prof.^a Dr.^a Luciana Togeiro de Almeida
Universidade Estadual Paulista - UNESP

Local: Universidade Estadual Paulista
Faculdade de Ciências e Letras
UNESP – Campus de Araraquara

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer à minha família, especialmente aos meus pais e meu irmão, por todo amor e apoio que fielmente me proporcionaram, independente do momento e da distância. Vocês três são meu alicerce, sem o qual eu não teria chegado onde estou hoje.

À Professora Stela, minha orientadora e amiga, agradeço demais por toda a atenção e confiança que depositou em mim desde o começo, um exemplo, definitivamente marcou a minha graduação. Muito obrigada pela paciência e dedicação.

Aos meus amigos de turma Fernanda Cortez, Natália Lopes e Bruno Assunção, um obrigado muito mais que especial, por todos os momentos de dificuldade e de conquistas compartilhados, vocês foram fundamentais na minha formação e nossa amizade será para toda vida.

À República Lolitas, minhas irmãs, família que eu escolhi quando cheguei em Araraquara, obrigada por cada suporte, cada história e pelos laços de carinho construídos, vocês têm um pedacinho reservado no meu coração, minhas companheiras, as saudades serão eternas.

Ao Matheus Cintrão pela ajuda indispensável que me disponibilizou durante o trabalho.

A todo corpo docente do Departamento de Economia da UNESP pela contribuição na minha formação de bacharel em Ciências Econômicas.

E a todos os amigos, colegas e pessoas que estiveram envolvidos de alguma forma no meu processo de evolução durante esses anos, cada um contribuiu um pouco para quem eu sou hoje, e serei eternamente grata.

“Cada um terá a vista da
montanha que subir.”

Ícaro Fonseca

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	7
2 METODOLOGIA	11
2.1 Classificação dos setores conforme etapas do ciclo de vida: apontamentos da literatura	11
2.1.1 Intensidade de impacto ambiental no uso de materiais	11
2.1.2 Intensidade de impacto ambiental durante o processo produtivo	13
2.1.3 Intensidade de impacto ambiental durante o consumo final	16
2.1.4 Classificação final	18
2.2 Classificação dos produtos conforme etapas do ciclo de vida: indicadores	18
3 RESULTADOS	20
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	24
REFERÊNCIAS	26
ANEXO	28

Impactos Ambientais do Comércio entre Brasil e China: ótica do ciclo de vida do produto

Raquel Novais Moraes

Resumo: O objetivo desta monografia é analisar setorialmente o impacto ambiental da relação comercial entre Brasil e China entre os anos 2001 e 2016. Sob o argumento de que todo setor produtivo gera impacto ambiental, é feita uma análise dos fluxos de importação e exportação pautada na ótica do ciclo de vida do produto, que abrange desde a exploração dos recursos, passando pelo processo produtivo, até chegar no consumo e descarte final. Os resultados apontam o padrão desse comércio bilateral como sendo ambientalmente vulnerável, uma vez que sua expansão sugere a degradação dos recursos naturais e um crescimento na quantidade de resíduos tóxicos, além de apontarem uma especialização das exportações em produtos primários de baixo processamento e das importações em produtos intensivos em tecnologia, mas que geram emissões durante o consumo final do produto.

Palavras-chave: ciclo de vida, comércio bilateral Brasil-China, meio ambiente.

Classificação JEL: F18; Q56

Environmental impact of trade relations between Brazil and China: the perspective of the product life cycle.

Abstract: The objective of this article is to analyze the environmental impact of the commercial relationship Brazil-China between 2001 and 2016. Based on the argument that every productive sector generates an environmental impact, an analysis of import and export flows is made by using the product life cycle that goes from the exploitation of resources, through the production process, until the consumption and final disposal. The results point to the pattern of this bilateral trade as being environmentally vulnerable, since its expansion suggests the degradation of our natural resources and a growth in the amount of toxic waste, besides pointing to a specialization of exports in low processed primary products and imports of technology-intensive products which generate emissions during the product final consumption.

Keywords: life cycle, bilateral trade Brazil-China, environment.

1. Introdução

Com a crescente interdependência das economias e intensificação do processo de globalização financeira e das cadeias produtivas mundiais, as questões relacionadas à competitividade e meio ambiente ganharam importância.

O sistema econômico envolve a transferência de matéria e energia; é um processo biofísico que não se limita às trocas monetárias. A relação entre crescimento econômico e meio ambiente e as questões acerca da abundância dos recursos nos países com grande riqueza natural configuram um tema conflitante no qual existem diversos argumentos e posições.

O estudo de Schaper (1999) examinou o impacto ambiental decorrente das alterações na estrutura do comércio exterior de nove países da América Latina e do Caribe ao longo da década 1980 até o ano de 1995. Os efeitos escala, composição e tecnológico elaborados por Grossman e Krueger (1993) foram utilizados por Schaper (1999) para desenvolver sua análise.

O efeito escala está relacionado ao aumento das transações comerciais que expandem a atividade econômica e, conseqüentemente, a contaminação ambiental global. Já o efeito composição diz respeito à contribuição dos diferentes setores nas exportações do país, dado que cada setor tem um potencial de impacto ambiental diferente; mudanças na composição da pauta exportadora, segundo respectivas vantagens comparativas, alteram os efeitos ambientais. Por fim, o efeito tecnológico engloba a inserção de inovações tecnológicas com capacidade de alterar o potencial de danos ambientais de cada setor exportador, compensando os danos, reduzindo o consumo de recursos naturais e o nível de emissões por unidade de produção (GROSSMAN; KRUEGER, 1993).

No caso do Brasil, alguns dos resultados encontrados por Schaper (1999) foi o aumento da intensidade no uso dos recursos naturais e uma constante especialização das exportações durante todo o período estudado, de 1980 a 1995. Os países da América Latina e Caribe encontravam-se mais vulneráveis no tocante ao meio ambiente do que na década anterior e os problemas de contaminação e degradação ambiental pioraram em todos os países, porém, de distintas formas e em distintas intensidades.

Apesar de ser um problema cada vez mais grave, ainda não existe levantamento sistemático das emissões de poluentes industriais no Brasil e dada a ausência de informações diretas para elaborar estimativas dessas emissões é preciso utilizar procedimentos indiretos que associam parâmetros técnicos de emissão às variáveis de produção ou emprego (YOUNG; PEREIRA; HARTJE, 2000).

Young, Pereira e Hartje (2000) analisaram o potencial poluidor da indústria brasileira 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 para a indústrias americanas em 1987. O IPPS permite traçar o potencial poluidor das indústrias instaladas em uma determinada região utilizando coeficientes de emissão de poluentes para água, ar e solo, onde tais coeficientes associam a emissão de poluentes às medidas da atividade industrial (valor adicionado, valor de produção e número de empregados).

Pelo exposto, Young, Pereira e Hartje (2000) concluem que as atividades intermediárias (como siderurgia, petroquímica e celulose) detêm a grande maioria das emissões, e que o setor exportador também se caracteriza por atividades mais intensivas em emissão.

Young e Lustosa (2001) debatem o desempenho ambiental da indústria brasileira e sua relação com a competitividade. Dispondo também do IPPS, demonstraram que a produção industrial brasileira destinada às exportações é mais intensiva em emissões que a produção voltada para o mercado interno. A 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.

Young e Lustosa (2002) discutiram a competitividade e meio ambiente pautados na tese escrita por Prebisch em 1950. Apontaram como chave do desenvolvimento desequilibrado entre países desenvolvidos e os latino-americanos a relação do sistema centro-periferia, que tem como lógica interna uma organização que favorece o centro, detentor do progresso técnico e da produção de manufaturas, deixando a periferia desvalorizada e responsável pela a provisão das matérias-primas, dada duas vantagens por terem abundância em recursos naturais.

Young e Lustosa (2002) usaram os critérios do Índice de Dependência de Produtos Primários e do Índice de Toxicidade dos Produtos Industriais (IPPS) desenvolvidos pelo Banco Mundial como ferramentas para identificar se os fluxos de exportação da América Latina acompanharam ou não os fluxos de comércio dos países desenvolvidos (principais exportadores para a região) em termos de características ambientais dos bens transacionados.

No período de estudo, de 1978 a 1997, os resultados corroborados já apontavam que o complexo exportador latino-americano, incluindo o brasileiro, é pautado em um padrão primário-exportador e carrega uma forte tendência de especialização na exportação de produtos industriais de maior potencial contaminante.

Mazzero, Almeida e Miranda (2014) propõe uma análise ambiental do comércio bilateral Brasil-China entre 1990 e 2011 e dispõe da metodologia dos efeitos escala, composição

e tecnológico como apresentados por Shaper (1999), fazendo o uso de comparações entre alguns indicadores biofísicos, como por exemplo, o de intensidade-carbono das exportações (ICX).

A partir disso, o resultado da dinâmica da estrutura exportadora Brasil-China sugere um aumento exponencial da exploração de recursos naturais que, entre 2000 e 2010, ficou concentrada em poucos produtos, em sua maioria, produtos primários, manufaturas baseadas em recursos naturais e produtos de Indústrias Ambientalmente Sensíveis (IAS)¹. As evidências apontam que a estrutura do comércio bilateral entre o Brasil e a China carrega um elevado potencial de impacto ambiental com tendência ascendente.

Oliveira, Almeida e Mazzero (2016) analisam o perfil ambiental do comércio entre a China e quatro Países Latino-Americanos (Argentina, Brasil, Chile e Peru) de 2000 a 2011, utilizando uma metodologia detalhada pela classificação dos fluxos de comércio internacional segundo sua intensidade tecnológica, IAS, por Indústrias Limpas (IL)², por bens difusores de progresso técnico³ e por bens ambientais⁴.

As constatações empíricas sugerem que as relações comerciais bilaterais deste Grupo de países - Argentina, Brasil, Chile e Peru - com a China são pautadas fundamentalmente em *commodities* intensivas em recursos naturais, consumo energético e poluição e que, a abundância de recursos naturais nestes países os confere vantagens comparativas, determinantes diretos à especialização na produção e exportação de bens primários ou de baixo processamento industrial (OLIVEIRA, ALMEIDA E MAZZERO, 2016).

O *boom* nos preços das *commodities* culminou no deslocamento dos recursos dos setores mais dinâmicos para os setores baseados em recursos primários. Permitiu, a princípio, que os países exportadores de *commodities* primárias elevassem seus ganhos econômicos, e também melhorassem seus termos de troca, mas não foi suficiente para impedir o retrocesso das estruturas produtivas, destacando a baixa capacidade dos países de exportarem produtos diversificados e reduzir o *gap* tecnológico. O padrão desse comércio bilateral possui um elevado potencial de insustentabilidade a longo prazo, especialmente no tangente à escala de exploração dos recursos naturais e denota que, se essa mesma dinâmica comercial for mantida a região dos

¹ O estudo de Low e Yeats (1992) 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.

² De acordo com Mani e Wheeler (1998), IL são: i) têxtil; ii) maquinaria não-elétrica; iii) maquinaria elétrica; iv) equipamentos de transporte; e v) instrumentos.

³ Como definido por Mazzero (2012), a classificação por bens difusores de progresso técnico engloba produtos de indústrias baseados em ciência, segundo a taxionomia desenvolvida por Pavitt (1984) e ajustada por CEPAL (1992).

⁴ De acordo com OCDE (2005), as indústrias de bens e serviços ambientais são aquelas cujas atividades consistem em produzir bens para medir, evitar, limitar, minimizar ou reparar danos ambientais. A lista completa dos bens ambientais, uma combinação das classificações da OCDE e da Cooperação Econômica Ásia-Pacífico, pode ser consultada em UNCTAD (2003).

países abordados está em processo de distanciamento de um modelo sustentável de desenvolvimento (OLIVEIRA, ALMEIDA E MAZZERO, 2016).

Como visto até o momento, as pesquisas baseadas em metodologias de classificação setorial por meio de intensidade dos fatores e nível de emissões classificam alguns setores como limpos, mas, no que se refere ao ciclo de vida do produto, tais setores geram sim algum dano ambiental e não têm sido inclusos nessas classificações mais abordadas, mas merecem ser investigados.

O ciclo de vida do produto estende a análise à poluição gerada desde o uso e extração dos recursos naturais, passando pelo processo produtivo até chegar no consumo e descarte final. As abordagens tradicionais normalmente focam seus esforços no estudo das externalidades⁵ negativas da ótica da produção, ou seja, apenas na poluição gerada durante os processos *input*⁶, não considerando as externalidades do produto, presentes nos processos *output*⁷.

Kubota (2017) faz classificações por meio de critérios relacionados ao processo industrial e avalia os impactos ambientais dos setores pelo ciclo de vida do produto, abrangendo as externalidades negativas causadas pela produção (uso de materiais e processo produtivo) e também as externalidades negativas do produto, geradas durante o consumo final, como emissões de gases tóxicos e de resíduos.

Através dessa análise do ciclo de vida, Kubota (2017) identifica os principais setores industriais responsáveis pela maior parte das externalidades e dos impactos ambientais negativos como sendo: materiais e recursos minerais atrelados as suas formas de extração e processamento, setor energético, indústria química, fabricação de papel e celulose, agricultura e setor de transporte e mobilidade.

Pela ótica da externalidade do produto, por exemplo, o setor eletrônico classificado como limpo pelos estudos expostos anteriormente, tem sido responsável por um grave problema de criação, destinação e tratamento de resíduos tóxicos no mundo, uma vez contém substâncias perigosas, como metais pesados, e seu descarte incorreto pode acarretar em graves danos ao meio ambiente e à saúde humana (KUBOTA, 2017).

⁵ Entre as inúmeras definições de externalidades, Longo (1983) oferece a seguinte: Uma externalidade é uma imposição de um efeito externo causado a terceiros, gerada em uma relação de produção, consumo ou troca e podem ter caráter positivo ou negativo (SOARES, 1999).

⁶ Do inglês, significa entrada.

⁷ Do inglês, significa saída.

A produção é o resultado de três elementos que formam o processo produtivo: recursos (matérias-primas) e processos de transformação, que são considerados integrantes *input*, uma vez que são anteriores aos resultados, e bens e serviços, elementos *output*, que são os resultados das transformações das matérias-primas através dos processos.

Diante disso, o objetivo desta monografia é avaliar os impactos ambientais nas relações de comércio entre Brasil e China a partir da ótica do ciclo de vida do produto, sob o argumento de que todos os setores produtivos causam algum impacto ambiental. A China foi escolhida por ser o principal parceiro comercial brasileiro.

Este estudo se divide em três sessões além desta introdução. Primeiramente será apresentada a metodologia e a classificação dos setores produtores que mais afetam o meio ambiente e em qual fase seus respectivos potenciais poluidores são mais agressivos durante o ciclo de vida do produto. A seguir serão apresentados os resultados, conclusões e considerações finais.

2. Metodologia

Avaliação do Ciclo de Vida - ACV (em inglês *Life Cycle Assessment – LCA*) é uma técnica de análise e quantificação de possíveis impactos ambientais associados a um produto ou processo que possibilita uma avaliação sustentável, contabilizando os impactos do consumo de recursos e da geração de emissões para o meio ambiente desde a extração das matérias-primas, passando pelo processo produtivo, até chegar na fase do consumo e destinação final. Essa metodologia é regulamentada pelas normas ISO 14000, enquanto a avaliação dos impactos ambientais está fundamentada nos conceitos e princípios do Guia do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (UNEP).

A partir da ACV foi feita uma classificação identificando os setores produtores e separando-os em três grupos: uso de materiais, produção e consumo, conforme detalhado a seguir.

2.1 Classificação dos setores e produtos conforme etapas do ciclo de vida: apontamentos da literatura

2.1.1 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.

No estudo feito pela UNEP (2010) juntamente com o Painel Internacional de Gerenciamento de Recursos Sustentáveis, é realizada uma análise dos impactos ambientais

gerados pelas externalidades da produção e do produto, trazendo como objetivo principal identificar as prioridades entre setores da indústria, de forma a fornecer avaliações sobre a relevância política da utilização sustentável dos recursos naturais e, em particular, dos seus impactos ambientais ao longo de todo o ciclo de vida.

Sob a perspectiva do uso de materiais, o estudo da UNEP (2010) apresenta algumas conclusões em relação a bens agrícolas e materiais bióticos, combustíveis fósseis e metais.

No caso dos bens agrícolas e materiais bióticos, percebe-se que a colheita promove escassez e o uso da terra, além disso, a agricultura moderna utiliza muito recursos intensivos em energia, terra e água. Os fluxos de produtos de origem animal também são muito importantes em termos de contribuição para um grande número de categorias de impacto, uma vez que mais da metade das culturas do mundo são usadas para alimentar animais, e não pessoas, além do caso da pesca que, 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 (todos recursos não renováveis que seguem a trilha da escassez futura). A agricultura foi identificada principalmente pelo potencial de efeito acidificante, uso intensivo de biomassa, degradação do solo e perda de biodiversidade.

Em relação aos metais, os principais impactos estão relacionados aos estágios de mineração e extração, processos que são extremamente invasivos e poluentes ao solo e podem ser a causa de uma substancial contaminação do ar e da água. Além disso, os metais não são renováveis nem degradáveis, causando escassez dos recursos e afetando a saúde humana e do ecossistema.

O Programa da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE, 2008) fornece 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 (OECD, 2008).

Fluxos tóxicos compreendem matérias-primas industriais como minerais, metais (cobre, mercúrio, alumínio e chumbo) e combustíveis fósseis utilizados para fins não energéticos, já os fluxos em massa englobam materiais a granel não tóxicos como: biomassa, minerais de construção (areia, cascalho, pedra - que baseiam a habitação, transporte e outras infraestruturas) e combustíveis fósseis para fornecimento de energia.

Para OECD (2008) as biomassas agrícola 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 em uso da terra, geram acidificação e eutrofização, contaminam águas subterrâneas, causam perda de biodiversidade e habitat natural, além de degradação e erosão do solo. A pesca causa sobre-exploração dos recursos naturais, perda de biodiversidade e *habitat*, 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 e habitat, compactação do solo e emissões locais.

Portanto, do ponto de vista do uso de materiais, conforme os dois estudos apresentados, se destacam os setores produtores de bens agrícolas, pesca, combustíveis fósseis e minerais (metálicos e não metálicos).

2.1.2 Intensidade de impacto ambiental no processo produtivo

A fase intermediária do ciclo de vida do produto é a produção, e engloba 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 a relação de comércio da ótica do potencial poluidor durante o processo produtivo.

Low e Yeats (1992), analisando/ o impacto da poluição que determinadas indústrias produzem em países cuja legislação ambiental ainda se mostra excessivamente permissiva, 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 quarenta indústrias do banco de dados da Classificação Padrão do Comércio Internacional (SITC) de três dígitos, incluindo: todos os produtos de três dígitos no SITC 67 (metais ferrosos), SITC 68 (metais não-ferrosos) e SITC 69 (metal manufaturado), celulose e produtos de papel (251), produtos químicos orgânicos (512), produtos químicos inorgânicos (513, 514), materiais radioativos (519), alcatrões minerais e produtos químicos de petróleo (521), fertilizantes fabricados (561), papel e cartão (641), artigos de papel (642), placas de madeira e madeira compensada (631), madeira manufaturada (632), petróleo refinado (332), produtos químicos agrícolas (599) e cimento (661).

Segundo Low e Yeats (1992), as cinco indústrias poluição-intensivas 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 (1998) utilizam os dados do estudo da Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial (UNIDO) do banco anual de dados de estatísticas industriais ao nível de três dígitos do Padrão Internacional de Classificação Industrial (ISIC), calculados pelo Banco Mundial em colaboração com os EUA e a Agência de Proteção Ambiental dos EUA (EPA). No estudo são calculados *rankings* setoriais médios de convencionais poluentes do ar e da água e metais pesados, onde, os setores altamente poluentes seriam aqueles que tenham incorrido 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 revisão 2 classificadas pelo maior volume de emissão de poluentes, segundo Mani e Wheeler (1998), são: 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. Já os cinco “setores mais limpos” da ISIC revisão 2, classificados nas últimas posições, são: têxteis, maquinaria não elétrica, máquinas elétricas, equipamentos de transporte e instrumentos.

Agregando o IPPS aos dados de Contas Nacionais do IBGE sobre a produção industrial do Brasil, Young, Pereira e Hartje (2000) concluem que os custos de degradação para o ano de 1995 estiveram fortemente concentrados em poucos setores, sendo estes: siderurgia, minerais não metálicos, petroquímica, têxtil e alguns ramos da indústria alimentar.

O Sistema de Projeção de Poluição Industrial (IPPS) é um sistema de modelagem que pode usar dados da indústria para traçar perfis de poluição industrial para países e regiões. Foi desenvolvido para explorar o fato de que a poluição industrial é fortemente afetada pela escala das atividades, pela sua composição setorial e pelas tecnologias empregadas na produção. Foi criado pela Divisão do Meio Ambiente, Infraestrutura e Agricultura (PRDEI) em colaboração com o Departamento do Censo (Census Bureau), do Centro de Estudos em Economia e da Agência de Proteção Ambiental (EPA) dos Estados Unidos. Sua base de dados ambientais e econômicos abrange aproximadamente 200 mil instalações em todas as regiões dos Estados Unidos, englobando por volta de 1.500 categorias de produtos, tecnologias 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 (HETTIGE et al., 1995).

Hettige et al. (1995) dispõem do *Linear Acute Human Toxic Intensity Index* (Índice Linearmente Ponderado de Toxicidade Humana Aguda) que utiliza setenta e quatro Códigos ISIC de 4 dígitos para apresentar uma classificação dos setores poluidores intensivos durante o processo produtivo em um *ranking* decrescente, ou seja, quanto maior a posição classificatória, menor o índice de poluição.

Classificados em primeiro como sendo os mais tóxicos estão Fertilizantes e Pesticidas (ISIC 3512), logo em seguida, na segunda posição, encontram-se Outros Químicos Industriais – exceto fertilizantes (ISIC 3511). A primeira classificação de integrantes do setor produtor de papel e celulose aparece em quinto lugar, já a dos metais (não ferrosos) está na décima posição. Os quatro últimos, respectivamente classificados nas posições 71, 72, 73 e 74 são componentes do setor de alimentos e bebidas, sendo “Refrigerantes e Água Gaseificada (ISIC 3134)” os que menos causam toxicidade durante o processo produtivo de todos os setores analisados.

No geral, é confirmada a intuição de que os setores mais intensivos em termos de resíduos tóxicos por dólar de produção são produtos químicos industriais, plásticos, papel e metais. Os setores classificados como medianos são associados a produtos de consumo como eletrodomésticos, têxteis e preparações de limpeza. E as indústrias de máquinas-ferramentas em conjunto aos setores de alimentos e bebidas preenchem os *rankings* menos intensivos.

Uma pesquisa do escritório do censo do departamento do comércio dos EUA criou relatórios industriais com relação ao critério de custos e despesas de redução da poluição no ano de 1990. Os dados foram coletados do relatório anual do levantamento dos custos e despesas de redução de poluição, baseados num painel de amostras probabilísticas de aproximadamente 17.000 estabelecimentos selecionados como uma subamostra da pesquisa anual de fabricação. Os estabelecimentos são classificados nas indústrias de transformação segundo a definição da indústria descrita na edição de 1987 do manual da Classificação Industrial Padrão (SIC), publicado pelo escritório de gestão e orçamento. Aproximadamente 78% de novas despesas de capital para a redução da poluição foram feitos por estabelecimentos classificados em cinco grandes setores industriais: produtos químicos e afins, papéis e produtos afins, produtos de petróleo e carvão, indústrias de metais primários e equipamentos de transporte (US DEPARTMENT OF COMMERCE, BUREAU OF THE CENSUS, 1992).

Sob a perspectiva da produção, UNEP (2010) 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 (2010) a indústria química é um grave setor detectado. O descarte incorreto dos produtos e efluentes tóxicos durante o processo produtivo polui e contamina o meio ambiente e a saúde humana, além disso, essa indústria apresenta altos índices de emissão de gases de efeito estufa liberados na queima de combustíveis fósseis utilizados na geração de energia, que possui alta demanda nesse setor. A fabricação de papel e celulose é considerada uma atividade com elevado grau de impacto ambiental no processo pelo alto consumo de água e utilização de produtos químicos nas fases de branqueamento do papel, onde a ausência de tratamento correto para os resíduos é fonte de grande contaminação e geração de substâncias tóxicas. Em relação aos metais, os principais impactos estão relacionados às indústrias metalúrgica e siderúrgica, uma vez que essas são muito intensivas em energia e podem ser a causa de uma substancial contaminação do ar, água e solo durante os processos de transformação dos metais.

Conforme as evidências empíricas expostas nesta sessão, pode-se concluir que a maior concentração de poluição durante o processo industrial está relacionada às diversas formas de processamento dos recursos minerais (minerais metálicos e não metálicos e combustíveis fósseis) apontadas pelos setores de siderurgia, metalurgia e refino de petróleo. Outras que se destacaram foram as indústrias química e de papel e celulose.

Com relação às indústrias limpas ou com baixo potencial poluidor em seu processo produtivo, conforme esta bibliografia, estão: eletrônica; máquinas e aparelhos; instrumentos; têxteis; e mecânica.

2.1.3 Intensidade de impacto ambiental no consumo final

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

UNEP (2010) trata a perspectiva do consumo final através de uma análise pautada nas emissões de dióxido de carbono (CO₂), no consumo energético e na 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, já o consumo público (investimento em infraestrutura e maquinários), a nível global, fica no patamar de 10% das emissões de gases de efeito estufa.

As evidências empíricas apontam 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 podem ser inclusas como intensivas em poluição na fase do consumo final, uma vez que essas são grandes geradoras de emissão enquanto consumidas e sucata após descartadas, assim como no caso dos veículos a motor, esses dois setores (embarcações e veículos a motos) integram o que podemos chamar de “mobilidade”, e ficam classificados na última fase do ciclo de vida.

A demanda energética e a quantidade de emissão de CO₂ e de resíduos gerados pelas demandas finais estão correlacionadas com a renda e o crescimento populacional e econômico, onde, 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.

Através do Relatório *E-waste*, Robinson (2009) avalia a produção global de resíduos eletrônicos contaminantes, descreve o descarte de bens eletrônicos como computadores, televisores e telefones celulares, incluindo também bens tradicionalmente não eletrônicos, como geladeiras, refrigeradores e fogões e mostra que a produção global atual é estimada em 20-25 milhões de toneladas por ano, onde os computadores e telefones móveis são desproporcionalmente abundantes graças às suas curtas vidas úteis.

Esse tipo de resíduo é diferente dos outros; contém metais pesados e metais valiosos, que exigem manipulação e reciclagem especiais para evitar contaminações ambientais e consequentes efeitos à saúde humana. As tecnologias de reprocessamento com impacto ambiental mínimo são eficazes, porém, extremamente caras. Países ricos exportam esses resíduos para países pobres, onde as técnicas de reciclagem incluem queima e dissolução em fortes ácidos, com poucas medidas de proteção ambiental, culminando em uma contaminação extrema das águas correntes e da cadeia alimentar receptora. Além disso, os trabalhadores que lidam diretamente com o lixo eletrônico sofrem efeitos negativos do contato desse material com a pele e pela inalação das fumaças tóxicas (ROBINSON, 2009).

Portanto, os setores produtores de automóveis, alimentos e bebidas processados, embarcações, equipamentos eletrônicos e máquinas não elétricas se destacam como sendo as principais fontes de poluição na fase do consumo final do ciclo de vida.

2.1.4 Classificação final

A disposição dos setores mais intensivos em impactos ambientais entre os três grupos do ciclo de vida, conforme argumentos expostos anteriormente nesta seção, está descrita abaixo no Quadro 1.

Quadro 1 – Classificação Setorial conforme o maior grau de intensidade em cada fase do ciclo de vida do produto

USO DE MATERIAIS	1. Agropecuária e Pesca 2. Combustíveis fósseis 3. Mineração (todos os minerais, inclusive metálicos)
PRODUÇÃO	1. Indústria Química 2. Papel e Celulose 3. Metalurgia e Siderurgia 4. Refino do petróleo 5. Indústria de minerais não metálicos
CONSUMO FINAL	1. Alimentos e Bebidas 2. Veículos a motor 3. Embarcações 4. Equipamentos eletrônicos 5. Indústria de máquinas exceto elétricas

Fonte: Elaboração própria.

2.2 Classificação dos produtos conforme etapas do ciclo de vida: indicadores

Após a classificação dos setores conforme os critérios da ACV, iniciou-se o processo de seleção dos códigos dos produtos referentes a cada setor, que ficaram definidos assim como 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 (SH), da revisão de 2007, atualizados para 2012, ao nível de 4 dígitos, para os grupos de produtos e períodos selecionados, na base de dados mundiais UN COMTRADE, disponível em <<http://comtrade.un.org>>.

Os códigos de comércio SH utilizados foram pesquisados e selecionados, um a um, no *site* do Ministério de Desenvolvimento da Indústria e Comércio, com apoio da lista elaborada por Oliveira, Almeida e Mazzer (2014), 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, no setor de embarcações, colocado como

sujo na fase do consumo final, apenas embarcações que necessitam de força externa para locomoção foram incluídas, sendo 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 à motores pesados.

O período total do estudo vai de 2001 a 2016, iniciado no ano de ingresso da China na OMC (Organização Mundial do Comércio) e finalizado com a data mais recente em que dispomos de dados na base utilizada para coleta.

Indicadores

De modo a avaliar o perfil ambiental da nossa relação comercial com a China, grupo a grupo, dois cálculos foram aplicados aos fluxos de comércio levantados, um para as exportações e outro para as importações.

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 (2001). O indicador será aplicado 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 em questão sobre as exportações/importações totais do país.

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 .

Salientando que, a parte inferior de ambos os indicadores engloba 100% das exportações/importações brasileiras para/da China no período selecionado, inclusive a parcela

dos códigos não inclusos nas classificações elaboradas, uma vez que queremos medir o peso do grupo em questão em relação às exportações/importações totais e não apenas em relação aos setores abordados.

No caso, j fica definido como China e, os grupos i de setores intensivos em poluição ficam classificados em 1, 2 e 3, seguindo a ordem cronológica das fases do ciclo de vida do produto, conforme descritos abaixo:

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.

3. Resultados

Conforme exposto na Tabela 1, o cenário da relação entre Brasil e China configura-se através de fluxos de comércio que se intensificaram, de 2001 a 2016, tanto para as exportações quanto para importações.

O valor das exportações totais do Brasil para a China entre 2001 e 2016 cresceu 18,5 vezes, indo de US\$1,902 a US\$35,133 bilhões, onde, dentro do período, o aumento mais expressivo ocorreu entre 2006 e 2011, com um fomento das vendas em aproximadamente 530%.

Conforme Tabela 1, entre 2001 e 2016, o fluxo total das importações brasileiras de origem chinesa, por sua vez, cresceu por volta de 17,6 vezes, indo de US\$1,328 a US\$23,364 bilhões, onde, destaca-se com um aumento mais expressivo, assim como nas exportações, o período entre 2006 e 2011, com um incremento de aproximadamente 410% nas importações efetuadas.

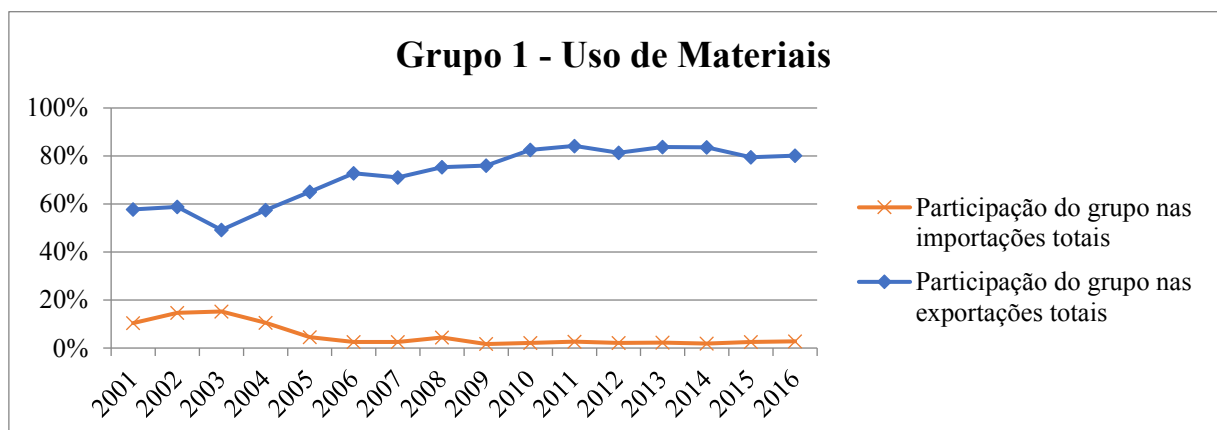
Tabela 1 - A evolução do comércio bilateral Brasil e China entre 2001 e 2016 (em bilhões de US\$).

Exportações	2001	2006	2011	2016
Uso de Materiais	1,098	6,113	37,313	28,135
Produção	0,243	0,867	2,855	3,666
Consumo Final	0,264	0,352	2,884	1,809
<i>Exportações totais</i>	<i>1,902</i>	<i>8,402</i>	<i>44,314</i>	<i>35,133</i>
Importações	2001	2006	2011	2016
Uso de Materiais	0,137	0,206	0,890	0,643
Produção	0,281	1,295	6,867	5,491
Consumo Final	0,484	4,041	13,755	9,408
<i>Importações totais</i>	<i>1,328</i>	<i>7,989</i>	<i>32,790</i>	<i>23,363</i>

Fonte: Elaboração própria a partir de UN COMTRADE (2017).

Conforme a intensidade de impacto ambiental em cada fase do ciclo de vida, os gráficos a seguir ilustram o comportamento dos três grupos de setores separados em uso de materiais, produção e consumo final.

Com relação aos setores produtores classificados com maior intensidade poluidora na fase do uso de materiais, o Gráfico 1 coloca os resultados e tendências apresentados pelo primeiro grupo.

Gráfico 1 – A evolução do comércio bilateral Brasil e China nos setores poluidores intensivos em uso de materiais, entre 2001 e 2016.

Fonte: Elaboração própria.

No Gráfico 1, nota-se uma trajetória crescente do Grupo 1 na participação das exportações totais do Brasil para a China. Em 2001, o grupo era responsável por 58% das

exportações totais, subindo para 73% em 2006 e, seguindo a trajetória ascendente até então, atingiu 84% em 2011 e, apresentando uma ligeira queda em 2016, alcançou o patamar de 80%. Quanto às importações, ainda para o Grupo 1, sua participação apresenta uma queda de 10% para 3% entre 2001 e 2006, se estabilizando nessa porcentagem até 2016.

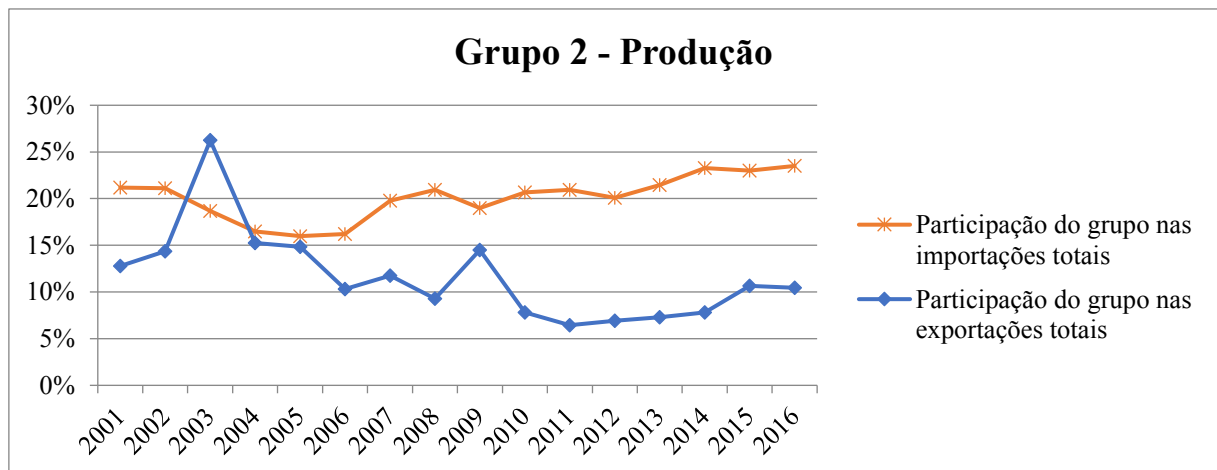
No tocante ao uso de materiais, destacam-se as participações de três produtos no desempenho das exportações brasileiras desse grupo e cujos códigos HS são: 1201 (soja); 2601 (minérios de ferro e seus concentrados) e 2709 (óleos brutos de petróleo). Esses produtos somados concentram em média 95% das exportações totais do Grupo 1 e mais de 50% das exportações totais do Brasil para a China entre 2001 e 2016.

Dentro desse quadro de intensificação do comércio bilateral Brasil-China no período colocado, o Grupo 1 apresenta exportações com trajetória ascendente e importações que se mantêm inexpressivas, demonstrando que nossa pauta exportadora está baseada em produtos primários, intensivos na extração de recursos naturais e poluidores durante o uso de materiais.

Conforme Tabela 1, entre 2001 e 2016, os líderes das importações, Grupos 2 e 3, cresceram em torno de 19,5 vezes em valor, cada um, tendo seus ápices em 2011, onde o Brasil importou um total de 20,622 bilhões de dólares da China somando ambos.

No Gráfico 2, que corresponde ao grupo dos setores produtores de bens intensivos em poluição durante o processo produtivo, observa-se um pico nas exportações do grupo em 2003, chegando a 26%. Porém, logo em seguida, as trajetórias do grupo voltam a seguir patamares cada vez mais baixos para exportação (10% em 2016) e cada vez mais altos para importação, que em 2016 atinge uma participação de 24% das importações totais provenientes da China.

Gráfico 2 – A evolução do comércio bilateral Brasil e China nos setores poluidores intensivos no processo produtivo, entre 2001 e 2016.



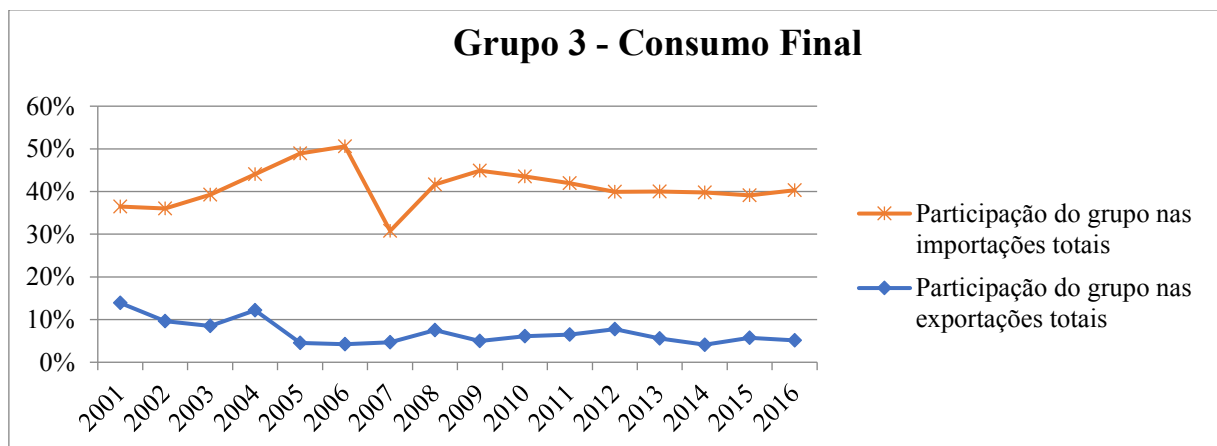
Fonte: Elaboração própria.

O comportamento do Gráfico 2 se assemelha ao do gráfico “Volume de exportação e importação de produtos de IAS do Brasil no comércio com a China, 1990-2011” (MAZZERO, ALMEIDA E MIRANDA, 2012, p. 34) que, apesar de usar outra metodologia, demonstra a tendência das importações e exportações de IAS entre o Brasil e a China, para o mesmo período de estudo, com trajetórias que se apresentam iguais e com os mesmos picos observados para exportações em 2004 e 2009.

Dentro do Grupo 2, os produtos que mais influenciaram o fluxo final das importações brasileiras (média de 20% para o período) são os de códigos HS: 2931 e 2933 (dois tipos de químicos orgânicos); 7209 e 7210 (produtos laminados planos de ferro ou aço não ligado); 3105 (produto químico a base de caseína) e 3808 (inseticidas). As participações são mais dispersas e não há grande concentração em poucos produtos, assim como observado para o primeiro grupo, porém, destacam-se produtos químicos e da indústria siderúrgica.

Conforme Tabela 1 e Gráfico 3, assim como o segundo grupo, o Grupo 3 - intensivo em poluição no consumo final - apresenta trajetória crescente para importações e decrescente para exportações, sendo o total importado durante todo o período muito mais expressivo que o exportado.

Gráfico 3 – A evolução do comércio bilateral Brasil e China dos setores poluidores intensivos no consumo final, entre 2001 e 2016.



Fonte: Autoria própria.

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 2016 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 selecionado. Já para as exportações, nos mesmos anos em questão, percebe-se que o Grupo 3 perdeu participação,

caindo de 14% em 2001 para 5% em 2016, que, perto dos 40% das importações para o mesmo ano, pode ser considerada inexpressiva.

Os produtos de maior destaque dentro do Grupo 3, com uma média de 50% de representatividade nas importações do grupo entre 2001 e 2016, são os de códigos HS: 8517 e 8529 (máquinas e aparelhos elétricos para telefonia, telegrafia e emissores como TV, câmeras, etc.); 8471 e 8473 (computadores e suas partes e acessórios) e 8542 (circuitos integrados e microconjuntos eletrônicos).

Os resultados expostos denotam que o Brasil está concentrando suas importações em produtos intensivos em tecnologia e principalmente poluidores na fase do consumo final, dos quais a grande maioria se constitui de produtos eletrônicos, que são problemáticos no tocante à geração de resíduos tóxicos graças à sua composição e delicado processo de descarte, conforme colocado por Robinson (2009).

4. Considerações finais

Conforme o objetivo colocado, esta monografia analisou setorialmente os impactos ambientais da relação comercial entre Brasil e China, entre os anos 2001 e 2016, sob o argumento de que todo setor produtivo gera impacto ambiental. Os fluxos de importação e exportação foram analisados através de uma metodologia pautada na ótica do ciclo de vida do produto, que abrange desde a exploração dos recursos, passa pelo processo produtivo e vai até chegar no consumo e descarte final.

Os resultados mostram que o Brasil está cada vez mais exportando produtos intensivos em recursos naturais e importando produtos intensivos em tecnologia, conforme suas vantagens comparativas, assim como colocado por Young e Lustosa (2001). No entanto, observou-se o agravante de suas exportações serem intensivas no uso de materiais, fase do ciclo de vida executada no Brasil e, suas principais importações, representadas pelo Grupo 3, consideradas limpas durante o processo produtivo, que fica na China, serem poluidoras durante o consumo e descarte final, concentrados em solo nacional.

Oliveira, Almeida e Mazzero (2016) colocam como a principal consequência do *boom* das *commodities*, para a década de 2000, o deslocamento dos recursos dos setores mais dinâmicos (como o industrial) em direção aos setores baseados em recursos naturais.

Mazzero, Almeida e Miranda (2014) indicam que o setor exportador brasileiro é vulnerável ambiental e tecnologicamente frente ao seu principal parceiro comercial, a China, evidenciando a urgente necessidade de fomentar as práticas sustentáveis nas atividades

primárias e inovações tecnológicas ambientais nos setores industriais “sujos” intensivos na geração de emissões e resíduos.

A grande contribuição deste trabalho reside nas análises feitas para o Grupo 3, já que não constam outros estudos na literatura que façam essa demonstração de que os produtos responsáveis pela maioria das importações brasileiras advindas da China, considerados limpos pela metodologia abordada em Oliveira, Almeida e Mazzero (2016), são na verdade grandes geradores de resíduos tóxicos e emissões durante o consumo e descarte. Além disso, esses produtos são identificados pela UNEP (2010) como intensivos em uso de energia durante seu consumo final. O maior exemplo é o setor de eletrônicos, responsável por graves problemas relacionados ao lixo gerado, como exposto por Robinson (2009).

Como uma possível solução, ou método de amenizar o problema do lixo eletrônico, pode ser colocada a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), que busca a prevenção e a redução na geração de resíduos, tendo como proposta a prática de hábitos de consumo sustentável e um conjunto de instrumentos para propiciar o aumento da reciclagem e da reutilização dos resíduos sólidos (aquilo que tem valor econômico e pode ser reciclado ou reaproveitado) e a destinação ambientalmente adequada dos rejeitos (aquilo que não pode ser reciclado ou reutilizado).

É preciso fazer uma análise um pouco mais profunda, de modo a compreender qual a verdadeira raiz do problema ligado aos resíduos eletrônicos tóxicos. Por que a quantidade gerada é tão grande? Se tal volume não fosse exageradamente alto, haveria mesmo uma questão tão grave a ser debatida? Tal raiz, na verdade, encontra-se no padrão social consumista colocado em nossa atualidade, onde algum bem eletrônico, em perfeitas condições de uso, é rapidamente substituído por um modelo novo, sem real necessidade, como por exemplo, para satisfazer questões de *status*. Assim, a obsolescência programada em conjunto a um padrão de consumo sem limites são a maior questão a ser debatida. Sem uma drástica mudança de hábitos que desenvolva uma “consciência verde” nos consumidores, dificilmente políticas públicas poderão salvar o meio ambiente de uma degradação cada vez maior e mais agressiva.

REFERÊNCIAS

HETTIGE, H; MARTIN, P; SINGH, M; WHEELER, D. IPPS - The Industrial Pollution Projection System. Worldbank, 1995.

KUBOTA, L.; ANSANELLI, S. L. de M. Indústria e meio ambiente: Uma discussão sobre a classificação dos setores industriais de acordo com seu impacto ambiental. Araraquara, 2017.

LEÃO, W. O processo de transformação: *input* e *output* (entrada e saída), 2014. Disponível em <<http://www.administradores.com.br/artigos/academico/o-processo-de-transformacao-input-e-output-entrada-e-saida/78698/>>.

LOW, P.; YEATS, A. Do Dirty Industries Migrate? In: LOW, P. (Ed.). *International Trade and the Environment*. Washington, DC: The World Bank, 1992. P. 89-104. Discussion Paper 159.

MANI, M.; WHEELER, D. In Search Of Pollution Havens? Dirty Industry In the World Economy, 1960-1995. *Journal of Environment & Development*, [S. l.], v. 7, n. 3, p. 215-247, sep. 1998.

MAZZERO, F.; ALMEIDA, L. T.; MIRANDA, S. H. G. Análise ambiental do comércio bilateral Brasil-China. Araraquara, 2012.

MAZZERO, F.; ALMEIDA, L. T.; MIRANDA, S. H. G. Análise ambiental do comércio bilateral Brasil-China: segundo as emissões de CO₂. *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica*, 2014.

Ministério do Meio Ambiente. Política Nacional de Resíduos Sólidos. Disponível em <<http://www.mma.gov.br/pol%C3%ADtica-de-res%C3%ADduos-s%C3%B3lidos>>.

OECD. *Measuring material flows and resource productivity – Vol. I. The OECD Guide*, OECD, Paris, 2008.

OLIVEIRA, T.; ALMEIDA, L. T. de; MAZZERO, M. F. Evidências da Vulnerabilidade Ambiental do Comércio entre a China e Países Latino-Americanos Seleccionados (2000-2011): os casos de Argentina, Brasil, Chile e Peru. Araraquara, 2014.

OLIVEIRA, T. D.; ALMEIDA, L. T.; MAZZERO, M. F. Evidências da Vulnerabilidade Ambiental do Comércio entre a China e Países Latino-Americanos Seleccionados (2000-2011): os casos de

Argentina, Brasil, Chile e Peru. *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica* Vol. 26: 25-44, 2016.

Pollution Abatement Costs and Expenditures: 1990 (MA200-90). US Department of Commerce, Bureau of the Census, April 1992.

ROBINSON, B. H. E-waste: An assessment of global production and environmental impacts. *Science of the Total Environment* 408 (2009) 183–191. Department of Soil and Physical Sciences, Lincoln University, New Zealand, 2009.

SCHAPER, M. Impactos ambientais de los cambios en la estructura exportadora en nueve países de América Latina y el Caribe: 1980-1995. Santiago de Chile: Naciones Unidas - CEPAL, 1999. Serie Medio Ambiente y Desarrollo, n. 19.

SOARES, E. S. Externalidades negativas e seus impactos no mercado. São Paulo, 1999.

UNEP (2010) 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. Hertwich, E., van der Voet, E., Suh, S., Tukker, A., Huijbregts M., Kazmierczyk, P., Lenzen, M., McNeely, J., Moriguchi, Y.

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

YOUNG, C. E. F.; LUSTOSA, M. C. J. Meio ambiente e competitividade na indústria brasileira. *Revista de Economia Contemporânea*, Rio de Janeiro, v. 5, n. Especial, p. 231-259, 2001.

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.

YOUNG, C. E. F., PEREIRA, A. A. e HARTJE, B. C. R. Sistema de Contas Ambientais para o Brasil: estimativas preliminares. Rio de Janeiro, IE/UFRJ, Texto para discussão n. 448, 2000.

Anexo

SETOR	FASE DO CICLO DE VIDA DE MAIOR INTENSIDADE POLUIDORA	CÓDIGOS DOS PRODUTOS (HS07)
<u>AGROPECUÁRIA E PESCA</u>	<i>USO DE MATERIAIS</i>	0101, 0102, 0103, 0104, 0105, 0106, 0201, 0202, 0203, 0204, 0205, 0206, 0207, 0208, 02109, 0210, 0301, 0302, 0303, 0304, 0305, 0306, 0307, 0401, 0402, 0403, 0404, 0405, 0406, 0407, 0408, 0409, 0410, 0504, 0507, 0508, 0509, 0511, 0601, 0602, 0701, 0702, 0703, 0704, 0705, 0706, 0707, 0708, 0709, 0710, 0713, 0801, 0802, 0803, 0804, 0805, 0806, 0807, 0808, 0809, 0810, 0813, 0901, 0902, 0903, 0904, 0905, 0906, 0907, 0908, 0909, 0910, 1001, 1002, 1003, 1004, 1005, 1006, 1007, 1008, 1201, 1202, 1203, 1204, 1205, 1206, 1207, 1208, 1209, 1210, 1211, 1212, 1213, 1214, 1404, 2301, 2302, 2303, 2304, 2305, 2306, 2307, 2308, 2309, 3101, 4402, 4403, 5201, 5202, 7101
<u>COMBUSTÍVEIS FÓSSEIS</u>	<i>USO DE MATERIAIS</i>	2701, 2702, 2703, 2704, 2705, 2709, 2711, 2714
<u>MINERAÇÃO</u> (todos os minerais)	<i>USO DE MATERIAIS</i>	2501, 2502, 2503, 2504, 2505, 2506, 2507, 2508, 2509, 2510, 2511, 2512, 2513, 2514, 2515, 2516, 2517, 2518, 2519, 2520, 2521, 2524, 2525, 2526, 2527, 2528, 2529, 2530, 2601, 2602, 2603, 2604, 2605, 2606, 2607, 2608, 2609, 2610, 2611, 2612, 2613, 2614, 2615, 2616, 2617, 7102, 7103, 7105, 7106, 7108, 7110, 7502
<u>INDÚSTRIA QUÍMICA</u>	<i>PRODUÇÃO</i>	1520, 2207, 2801, 2802, 2803, 2804, 2805, 2806, 2807, 2808, 2809, 2810, 2811, 2812, 2813, 2814, 2815, 2816, 2817, 2819, 2820, 2821, 2822, 2823, 2824, 2825, 2826, 2827, 2828, 2829, 2830, 2831, 2832, 2833, 2834, 2835, 2836, 2837, 2838, 2839, 2840, 2841, 2842, 2843, 2844, 2845, 2846, 2847, 2848, 2849, 2850, 2851, 2852, 2901, 2902, 2903, 2904, 2905, 2906, 2907, 2908, 2909, 2910, 2911, 2912, 2913, 2914, 2915, 2916, 2917, 2918, 2919, 2920, 2921, 2922, 2923, 2924, 2925, 2926, 2927, 2928, 2929, 2930, 2931, 2932, 2933, 2934, 2935, 2936, 2937, 2938, 2939, 2940, 2941, 2942, 3001, 3002, 3003, 3004, 3005, 3006, 3102, 3103, 3104, 3105, 3201, 3202, 3203, 3204, 3205, 3206, 3207, 3208, 3209, 3210, 3211, 3212, 3213, 3214, 3215, 3301, 3302, 3303, 3304, 3305, 3306, 3307, 3401, 3402, 3403, 3404, 3405, 3406, 3407, 3504, 3505, 3506, 3507, 3601, 3602, 3603, 3604, 3605, 3606, 3801, 3802, 3803, 3804, 3805, 3806, 3807, 3808, 3809, 3810, 3811, 3812, 3813, 3814, 3815, 3817, 3818, 3819, 3820, 3821, 3822, 3823, 3824, 3825, 3901, 3902, 3903, 3904, 3905, 3906, 3907, 3908, 3909, 3910, 3911, 3912, 3913, 3914, 3915, 3916, 3919, 3920, 3921, 5501, 5502, 5503, 5504, 5505, 5506, 5507

<u>PAPEL E CELULOSE</u>	<i>PRODUÇÃO</i>	4701, 4702, 4703, 4704, 4705, 4706, 4707, 4801, 4802, 4803, 4804, 4805, 4806, 4807, 4809, 4810, 4811, 4812, 4813, 4814, 4815, 4816, 4817, 4818, 4819, 4820, 4821, 4822, 4823
<u>METALURGIA E SIDERURGIA</u>	<i>PRODUÇÃO</i>	2618, 2619, 2620, 2621, 7107, 7109, 7111, 7112, 7201, 7202, 7203, 7204, 7205, 7206, 7207, 7208, 7209, 7210, 7211, 7212, 7213, 7214, 7215, 7216, 7217, 7218, 7219, 7220, 7221, 7222, 7223, 7224, 7225, 7226, 7227, 7228, 7229, 7301, 7302, 7303, 7304, 7305, 7306, 7307, 7308, 7309, 7310, 7311, 7312, 7313, 7314, 7315, 7316, 7317, 7318, 7319, 7320, 7321, 7322, 7323, 7324, 7325, 7326, 7401, 7402, 7403, 7404, 7405, 7406, 7407, 7408, 7409, 7410, 7411, 7412, 7413, 7414, 7415, 7416, 7417, 7418, 7419, 7501, 7503, 7504, 7505, 7506, 7507, 7508, 7601, 7602, 7603, 7604, 7605, 7606, 7607, 7608, 7609, 7610, 7611, 7612, 7613, 7614, 7615, 7616, 7801, 7802, 7803, 7804, 7805, 7806, 7901, 7902, 7903, 7904, 7905, 7906, 7907, 8001, 8002, 8003, 8004, 8005, 8006, 8007, 8101, 8102, 8103, 8104, 8105, 8106, 8107, 8108, 8109, 8110, 8111, 8112, 8113, 8201, 8202, 8203, 8204, 8205, 8206, 8207, 8208, 8209, 8210, 8211, 8212, 8213, 8214, 8215, 8301, 8302, 8303, 8304, 8305, 8306, 8307, 8308, 8309, 8310, 8311
<u>REFINO DO PETRÓLEO</u>	<i>PRODUÇÃO</i>	2706, 2707, 2708, 2710, 2712, 2713, 2715
<u>ALIMENTOS E BEBIDAS</u>	<i>CONSUMO FINAL</i>	0711, 0712, 0714, 0811, 0812, 0814, 1101, 1102, 1103, 1104, 1105, 1106, 1107, 1108, 1109, 1301, 1302, 1501, 1502, 1503, 1504, 1505, 1506, 1507, 1508, 1509, 1510, 1511, 1512, 1513, 1514, 1515, 1516, 1517, 1518, 1519, 1521, 1522, 1601, 1602, 1603, 1604, 1605, 1701, 1702, 1703, 1704, 1801, 1802, 1803, 1804, 1805, 1806, 1901, 1902, 1903, 1904, 1905, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2101, 2102, 2103, 2104, 2105, 2106, 2201, 2202, 2203, 2204, 2205, 2206, 2208, 2209, 3501, 3502, 3503
<u>VEÍCULOS A MOTOR</u>	<i>CONSUMO FINAL</i>	8701, 8702, 8703, 8704, 8705, 8711, 8716, 8802
<u>EMBARCAÇÕES</u>	<i>CONSUMO FINAL</i>	8901, 8902, 8903, 8904, 8905, 8906

<u>EQUIPAMENTOS ELETRÔNICOS</u>	<i>CONSUMO FINAL</i>	8501, 8502, 8503, 8504, 8505, 8506, 8507, 8508, 8509, 8510, 8511, 8512, 8513, 8514, 8515, 8516, 8517, 8518, 8519, 8520, 8521, 8522, 8523, 8524, 8525, 8526, 8627, 8528, 8529, 8530, 8531, 8532, 8533, 8534, 8535, 8536, 8537, 8538, 8539, 8540, 8541, 8542, 8543, 8544, 8545, 8546, 8547, 8548, 9006, 9007, 9008, 9010, 9012, 9018, 9019, 9022, 9029, 9030, 9031,
<u>INDÚSTRIA DE MINERAIS NÃO METÁLICOS</u>	<i>CONSUMO FINAL</i>	2522, 2523, 3816, 6801, 6802, 6803, 6804, 6805, 6806, 6807, 608, 6809, 6910, 6811, 6812, 6813, 6814, 6815, 6901, 6902, 6903, 6904, 6905, 6906, 6907, 6908, 6909, 6910, 6911, 6912, 6913, 6914
<u>INDÚSTRIA DE MÁQUINAS EXCETO ELÉTRICAS</u>	<i>CONSUMO FINAL</i>	8401, 8415, 8418, 8421, 8422, 8423, 8450, 8451, 8469, 8470, 8471, 8473