



**Universidade de Brasília (UnB)**

**Faculdade de Economia, Administração, Contabilidade e Gestão de Políticas Públicas –  
FACE**

**Departamento de Economia**

**ECONOMIA COMPARTILHADA E A UTILIZAÇÃO DE RECURSOS NATURAIS:  
UMA ANÁLISE EXPLORATÓRIA**

Mariana Tami Hashimoto

Brasília, dezembro de 2019

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

Faculdade de Economia, Administração, Contabilidade e Gestão de Políticas Públicas – FACE

Departamento de Economia

Mariana Tami Hashimoto

**ECONOMIA COMPARTILHADA E A UTILIZAÇÃO DE RECURSOS NATURAIS:  
UMA ANÁLISE EXPLORATÓRIA**

Monografia apresentada ao Departamento de Economia da Universidade de Brasília como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Ciências Econômicas

Orientador: Prof. Andrei Domingues Cechin

Brasília, dezembro de 2019

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

Faculdade de Economia, Administração, Contabilidade e Gestão de Políticas Públicas – FACE

Departamento de Economia

Monografia apresentada ao Departamento de Economia da Universidade de Brasília – UnB, como requisito parcial à obtenção do grau de bacharelado em Ciências Econômicas na Universidade de Brasília.

**ECONOMIA COMPARTILHADA E A UTILIZAÇÃO DE RECURSOS NATURAIS:  
UMA ANÁLISE EXPLORATÓRIA**

Aprovada em 03/12/2019

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof<sup>o</sup> Andrei Domingues Cechin  
Departamento de Economia – UnB  
Orientador

---

Prof<sup>o</sup> Mauricio de Carvalho Amazonas  
Centro de Desenvolvimento Sustentável – UnB

## AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha família pelo apoio e amor incondicionais, sem os quais eu não teria chegado até aqui, e em especial aos meus pais, por me ensinarem o valor da educação.

Aos meus amigos Isabelle, Ricardo, João, Laís, Ana Clara, Diego e Mimi, minha eterna gratidão pela amizade e companheirismo durante todos esses anos. Ao meu amigo Romullo minha gratidão não só pela amizade, mas também pelo auxílio técnico nas análises aqui realizadas. Ao meu namorado Lucas, meu muito obrigado pelos *insights* iniciais desse trabalho e pela compreensão, carinho e apoio.

Agradeço também aos colegas de curso, pela companhia ao longo desses anos, aos demais amigos que fiz durante minha jornada na Universidade, e ao meu orientador Prof. Andrei, pelo auxílio, disponibilidade e dedicação, e por acreditar em mim.

Também sou eternamente grata à Universidade de Brasília, à University of Tampere e à IEMonit, as quais, além de me proporcionarem conhecimento e desenvolvimento intelectual, me permitiram crescer como indivíduo e me deram momentos de grande alegria nesses 5 anos.

# ECONOMIA COMPARTILHADA E A UTILIZAÇÃO DE RECURSOS NATURAIS: UMA ANÁLISE EXPLORATÓRIA

Mariana Tami Hashimoto

Andrei Domingues Cechin

Dezembro de 2019

## Resumo

O presente trabalho tem por objetivo investigar a existência de uma possível relação entre o nível de compartilhamento das economias e a quantidade de recursos naturais consumidos pelas mesmas. Para isso, o estudo contém uma breve revisão dos conceitos associados à economia compartilhada, e apresenta os conceitos de pegada material e intensidade material ajustada, utilizados como variáveis na análise proposta. Ao fim, conclui-se que a relação entre os indicadores e a economia compartilhada é inexistente e que fatores como o efeito rebote e o estágio de desenvolvimento da economia compartilhada poderiam explicar parcialmente tais resultados.

**Palavras-chave:** Economia Compartilhada, Pegada Material, Intensidade Material Ajustada.

## Abstract

This paper aims to investigate the existence of a possible relationship between the level of sharing of economies and the amount of natural resources consumed by them. For this, the study contains a brief review of the concepts associated with the sharing economy, and presents the concepts of material footprint and adjusted material intensity, used as variables in the proposed analysis. At the end, it is concluded that the relationship between the indicators and the sharing economy is nonexistent. Factors such as the rebound effect and the stage of development of the sharing economy around the world could partially explain such results.

**Key words:** Sharing Economy, Material Footprint, Adjusted Material Intensity.

## Lista de Tabelas

Tabela 1 – Resultados da correlação entre TSEI e MF, clusterizados por nível de IDH.....	35
Tabela 2 - Resultados da correlação entre TSEI e MF para os países-membros do G20.....	35
Tabela 3 – Resultados da correlação entre TSEI e MF para os países com maior PIB <i>per capita</i> .....	36
Tabela 4 – Resultados da correlação entre TSEI e intensidade material ajustada, clusterizados por nível de IDH.....	36
Tabela 5 – Resultados da correlação entre TSEI e intensidade material ajustada para os países-membros do G20.....	37
Tabela 6 – Resultados da correlação entre TSEI e intensidade material ajustada para os países com maior PIB <i>percapita</i> .....	37

## Sumário

Introdução.....	9
1. Economia compartilhada.....	11
1.1.Economia compartilhada e meio-ambiente.....	14
2. Taxa metabólica.....	17
2.1.DMC.....	19
2.2.MF.....	20
2.3.DMC x MF.....	21
3. Intensidade material.....	24
3.1.Intensidade material ajustada.....	25
3.2.Intensidade material no mundo.....	25
4. Efeito rebote/ <i>Jevons paradox</i> .....	27
4.1.Efeito rebote na economia compartilhada.....	28
5. Análise.....	31
5.1.Método de análise.....	31
5.2.Dados utilizados.....	32
5.2.1. Timbro Sharing Economy Index (TSEI).....	32
5.2.2. Pegada material.....	32
5.2.3. Intensidade material ajustada.....	33
5.3. Considerações.....	33
6. Resultados.....	35
6.1.TSEI x Pegada material.....	35
6.2.TSEI x Intensidade material ajustada.....	36
Discussão.....	38
Conclusão.....	40
Referências.....	41
Apêndice 1: Relação de países – segregação em clusters por IDH.....	44

Apêndice 2: Países-membro do G20 analisados.....	48
Apêndice 3: Países com os maiores PIBs <i>per capita</i> analisados.....	50



# ECONOMIA COMPARTILHADA E A UTILIZAÇÃO DE RECURSOS NATURAIS: UMA ANÁLISE EXPLORATÓRIA

Mariana Tami Hashimoto

Andrei Domingues Cechin

Dezembro de 2019

## Introdução

A economia compartilhada, ou *sharing economy*, surgiu como uma nova forma de organização econômica baseada no compartilhamento de bens e ativos ociosos ou pouco utilizados, podendo esse compartilhamento ser compensado financeiramente ou não. Ela vem ganhando popularidade nos últimos anos em função do desenvolvimento de novas tecnologias de comunicação que facilitam a interação entre os demandantes de bens compartilhados e os ofertantes que desejam emprestar ou alugar os seus bens.

O desenvolvimento e expansão desse novo modelo de consumo, através de serviços como Uber e Airbnb tem gerado discussões em relação aos seus efeitos sobre a sociedade, a economia, as tendências de consumo e o meio ambiente. Diversas empresas ligadas ao setor destacam os benefícios da economia do compartilhamento sobre o emprego, a eficiência econômica e o meio ambiente. Em relação a esse último tópico, a economia compartilhada já é apresentada por muitos como uma alternativa sustentável ao consumismo, tendo o poder de reduzir a emissão de gases poluentes e o consumo de recursos na economia (MARTIN e SHAHEEN, 2016; FRENKEN e SCHOR, 2017).

Apesar disso, não há um consenso na academia em relação aos reais efeitos da economia compartilhada sobre o meio ambiente. Alguns autores argumentam que ela possuiria efeitos rebote, os quais fariam com que as famílias, ao invés de reduzir o seu consumo, como esperado, acabassem aumentando a demanda por determinados bens ou serviços, como viagens de Uber, por exemplo. Esses efeitos acabariam diminuindo, ou até anulando, os efeitos positivos da

economia compartilhada associados à redução da emissão de gases poluentes e da extração e utilização de recursos naturais.

O presente trabalho propõe uma análise exploratória sobre a economia compartilhada para verificar a existência de uma relação entre o nível de compartilhamento das economias mundiais e a quantidade de recursos materiais consumidos por elas. A hipótese a ser testada é a de que economias com maior nível de compartilhamento consumiriam uma quantidade relativamente menor de recursos, uma vez que o compartilhamento de bens ao invés da compra dos mesmos geraria uma redução no consumo dos indivíduos. Embora também exista, na literatura, a hipótese de causalidade inversa, ou seja, a de que o aumento da consciência ecológica da população levaria a um aumento no compartilhamento, essa hipótese não é explorada nesse trabalho.

O trabalho inicia com uma apresentação conceitual de economia compartilhada, na qual são mostrados os conceitos gerais acerca do tema, bem como as principais discussões sobre a relação entre economia compartilhada e meio ambiente. Em seguida, apresenta o conceito de taxa metabólica, utilizada como indicador da quantidade média de recursos utilizados pelas economias para manter seu nível de consumo, fazendo uma diferenciação entre as duas formas de mensuração de taxa metabólica, DMC e pegada material. Após isso, mostra a aplicação desses conceitos no cálculo de intensidade material, indicador utilizado como representativo da quantidade de recursos utilizados no processo produtivo das economias por dólar produzido. Por último, apresenta o conceito de efeito rebote, associando-o com o tema da economia compartilhada.

Após a exposição dos principais conceitos relacionados ao tema são detalhados a metodologia e os dados utilizados para o estudo. Em seguida, são mostrados os resultados das análises de correlação propostas. Por último, são discutidos os resultados obtidos, finalizando com as conclusões finais sobre o estudo e seus possíveis desdobramentos.

## 1. Economia compartilhada

A economia compartilhada, ou economia do compartilhamento, tem ganhado bastante atenção ultimamente com a popularização de serviços como Airbnb, Uber e Couchsurfing, e tende a crescer ainda mais nos próximos anos. Um estudo da PriceWaterhouseCoopers (2015) projeta que as atividades relacionadas a esse mercado movimentarão aproximadamente 335 bilhões de dólares em receita em 2025.

Entretanto, apesar de parecer novidade, as ideias de utilização compartilhada e consumo colaborativo não se configuram como fenômenos novos em essência, uma vez que o compartilhamento de bens, mesmo que apenas entre familiares ou conhecidos, existe desde sempre. Apesar disso, o conceito de economia compartilhada que vem sendo usado e popularizado nos últimos tempos se mostra bastante atual. Belk (2014) aponta o fato de que essa nova vertente está intimamente ligada com o desenvolvimento da tecnologia da informação e o surgimento de novos serviços e *marketplaces* de atuação. Segundo Benkler (2004), um estudioso do compartilhamento de informações via *opensource*, o compartilhamento permeia todas as economias avançadas e o seu desenvolvimento impulsiona mudanças tanto econômicas quanto sociais e jurídicas na sociedade de forma a abranger essas novas formas de mercados que vem surgindo.

Por ser um campo relativamente novo, que foi surgindo paralelamente ao desenvolvimento de novas tecnologias, não há um consenso entre os autores em relação a uma definição conceitual dessa nova forma de consumo. De acordo com Botsman (2015), uma das pioneiras no estudo do compartilhamento de bens e serviços, o termo “*sharing economy*” é, muitas vezes, utilizado de forma incorreta, sendo atribuído a modelos econômicos e de negócios que tem por objetivo a eficiência de associação entre oferta e demanda, mas que não envolvem compartilhamento nem colaboração. Segundo a autora, a economia compartilhada pode ser definida como “*an economic system based on sharing underused assets or services, for free or for a fee, directly from individuals*” (BOTSMAN, 2015, p.1), sendo uma característica importante de negócios associados à economia compartilhada o fato de que os consumidores se beneficiam de forma mais eficiente do mercado de bens e serviços ao pagar por acesso a bens ao invés de possuí-los.

Botsman (2015) destaca o papel social dos mercados descentralizados, que criam um sentimento de comunidade e pertencimento ao possibilitar que indivíduos desconhecidos se conectem e compartilhem bens e serviços. Rogers e Botsman (2011) também apontam o potencial da economia compartilhada de estimular o empreendedorismo e a produção local e independente e citam como exemplo a Etsy, comunidade americana que conecta criadores independentes a consumidores através de uma plataforma colaborativa na Internet.

Em seu estudo sobre as intersecções entre economia compartilhada e capitalismo, Erving (2014, p. 13) descreve a economia compartilhada como “*an economic model that has massified and commoditized ideas of collaboration and sharing to redistribute underutilized assets*”. A autora aponta, também, o papel da tecnologia como um intermediador entre os consumidores e os provedores de bens e serviços.

Schor e Fitzmaurice (2015, p. 6) descrevem a economia compartilhada como um conjunto de práticas, antigas e novas, que tem por característica principal “*the ability to save or make money, provide a novel consumer experience, reduce ecological and carbon footprints and strengthen social ties*”. Assim como Botsman, os autores destacam o âmbito social de conectividade e pertencimento associados a tais práticas, utilizando o termo “economia conectada” para descrevê-las.

De acordo com Skjelvik et al (2017), a economia compartilhada está associada a serviços descentralizados, organizados em um mercado no qual os indivíduos podem ser tanto provedores quanto consumidores de bens e serviços. Isso melhoraria o acesso a bens e serviços ao proporcionar uma rede maior de conexões, além de levar a uma diminuição na aquisição de bens para uso particular. Os autores destacam os sistemas de avaliação como mecanismos utilizados para assegurar confiança e qualidade nesses mercados, uma vez que a possibilidade de poder avaliar publicamente tanto vendedores quanto consumidores diminui a desconfiança geralmente atrelada às plataformas digitais.

Segundo Belk (2014), a economia compartilhada está associada a duas práticas: o compartilhamento e o consumo colaborativo. Ambas estão pautadas em modelos de consumo baseados no acesso temporário a bens, ao invés da aquisição e posse dos mesmos, e dependem das facilidades transacionais e informacionais associadas à Internet.

Para efeitos de análise, os serviços e plataformas associados à economia compartilhada podem ser analisados a partir de dois tipos de classificação diferentes. A primeira considera a orientação de mercado de cada um, considerando se a plataforma ou serviço tem como objetivo o lucro (*for-profit*) ou se não possui fins lucrativos (*non-profit*). A segunda forma de classificação diz respeito à estrutura de mercado, que pode ser *peer-to-peer*, ou seja, ter como provedor e consumidor pessoas físicas, ou pode ser *business-to-peer*, tendo uma empresa como consumidor e como provedor uma pessoa física (SCHOR, 2014).

Schor (2014) faz uma classificação diferente, dividindo as atividades relacionadas à economia compartilhada em quatro grupos distintos: “recirculação de bens”, “maior utilização de ativos duráveis”, “troca de serviços” e “compartilhamento de ativos produtivos”. A autora destaca que a primeira categoria, de revenda de bens usados, surgiu como consequência de duas décadas de alta importação de mercadorias baratas e que essa categoria foi beneficiada pelo desenvolvimento de tecnologias, como softwares, que diminuíram os custos de transações, e pela criação de ferramentas de avaliação de vendedores através da opinião dos consumidores. O segundo tipo está associado a um uso mais eficiente de bens e recursos e começou a se popularizar após a recessão de 2009. Já a terceira categoria, menos desenvolvida, é baseada na ideia de “bancos de tempo” existentes nos Estados Unidos e consiste na troca de serviços entre indivíduos. O quarto e último tipo tem por proposta o compartilhamento de ativos ou espaços produtivos, como cooperativas e espaços de *co-working* (SCHOR, 2014).

Os modelos de negócios associados à economia compartilhada são bastante diversos. Eles estão espalhados por vários setores, dentre os quais se destacam os setores de aluguel de equipamentos, alimentação, trabalho e, principalmente, acomodação e transporte (SHAHEEN e CHAN, 2016).

Por ser um campo novo, ainda não foi possível a realização de estudos considerando os impactos a longo prazo da economia compartilhada. Entretanto, já existem estudos acerca das consequências mais imediatas trazidas pelo compartilhamento de bens e serviços. Frenken (2017) mostra que, embora a ideia de economia compartilhada tenha bastante aceitação e popularidade na sociedade em geral, ela traz alguns problemas no que diz respeito à competitividade entre empresas. Serviços como o táxi tradicional, que são obrigados a seguir regulamentos e obrigações tributárias, estão sendo ameaçados pelo surgimento de serviços como o Uber que, por serem

muito novos e contarem com um nível menor de exigências na seleção de profissionais, acabam proporcionando um serviço de menor qualidade e pouco regulado, além de não contribuírem com impostos da mesma forma que os taxis tradicionais. Outra consequência negativa é a predominância quase monopolística de algumas plataformas em detrimento de outras devido às externalidades de *network* associadas às plataformas *online* (FRENKEN, 2017). Isso faz com que apenas algumas plataformas detenham a maior parte do mercado e acabem expulsando as demais, diminuindo a oferta de opções no mercado e deixando os clientes su. Além disso, o autor também aponta o fato de que a economia compartilhada pode gerar desigualdade em função do próprio funcionamento do mercado, uma vez que os ganhos a ela associados são distribuídos de forma desigual pelo fato de que os indivíduos com os melhores bens podem cobrar mais caro pelo aluguel ou uso dos mesmos, enquanto pessoas com bens de menor qualidade não poderiam cobrar preços tão altos.

No que diz respeito às consequências positivas da economia compartilhada, Skjelvik et al (2017) destacam a redução de custos de transação e a utilização mais eficiente de bens e recursos. Frenken (2017) aponta a economia de dinheiro do consumidor como consequência positiva, uma vez que o compartilhamento possibilita o acesso barato e fácil a bens que de outra forma estariam subutilizados. Botsman e Rogers (2015) apontam como outra consequência positiva da economia compartilhada a possibilidade de acesso a bens sem o fardo do custo e dos impactos ambientais associados à posse individual dos mesmos. Essa relação benéfica apontada entre o compartilhamento de bens e o desenvolvimento e crescimento sustentáveis é uma consequência apresentada por uma grande parte dos autores e será analisada na seção a seguir.

### 1.1. Economia compartilhada e meio-ambiente

A economia compartilhada é frequentemente associada a ideias de desenvolvimento sustentável e redução de impactos ambientais. De acordo com Frenken (2017, p.1):

The environmental promise of sharing platforms holds that consumers become much less reliant and dependent on individual, private ownership. Instead, they can have cheap and easy access to goods owned by other consumers that otherwise would stand idle. In doing so, consumers do not only save money but would also contribute to lower material demand and energy use. As such, the sharing economy can be considered, at least potentially, as contributing to a sustainability transition.

Ao promover a utilização mais eficiente de bens e recursos e o compartilhamento de bens ao invés da posse individual, a economia compartilhada levaria à redução da emissão de poluentes, em especial de CO<sub>2</sub>, e à diminuição da demanda por matérias-primas para a fabricação de novos bens, resultando numa diminuição das externalidades ambientais negativas geralmente associadas aos setores de transportes e acomodação, principalmente, e à produção de bens em geral (FRENKEN, 2017; SKJELVIK et al, 2017).

No âmbito dos transportes, a economia compartilhada é apresentada como benéfica em dois pontos principais: ela diminuiria a compra de novos carros e reduziria a quantidade de emissão de poluentes, uma vez que estimula o compartilhamento de viagens e a utilização de outros meios de transporte para trechos curtos (SKJELVIK et al, 2017). Estudos realizados com usuários de serviços de compartilhamento de automóveis na América do Norte mostraram reduções de aproximadamente 10%, em média, na emissão de CO<sub>2</sub> relacionada à utilização de combustível fóssil (MARTIN e SHAHEEN, 2016).

No setor de acomodação, a utilização de serviços como Couchsurfing e Airbnb poderia ter impactos tanto no consumo de água e energia quanto na emissão de CO<sub>2</sub>, em comparação com estadias em hotéis (SKJELVIK et al, 2017). Um estudo conduzido pelo Cleantech Group a pedido do Airbnb mostrou uma redução na emissão de CO<sub>2</sub> de aproximadamente 61% por hóspede por noite, em comparação com os hotéis, na América do Norte (CLEANTECH, 2014).

Em relação a bens menores, a economia compartilhada está associada a sistemas de troca e aluguel de objetos, ferramentas e roupas. Aplicativos como o Resecond possibilitam a troca e venda de roupas usadas e plataformas como o Lejdet permitem aos usuários alugar máquinas e equipamentos, possibilitando que as pessoas passem a alugar suas próprias máquinas pessoais, como cortadores de grama e furadeiras, que tem uma vida útil longa e são relativamente pouco utilizadas pelas famílias. Isso aumentaria a utilização de ferramentas, roupas e outros objetos e diminuiria a compra das mesmas, resultando em impactos positivos sobre o consumo de recursos, especialmente no caso das ferramentas, que possuem muita matéria-prima agregada (SKJELVIK et al, 2017).

Numa análise mais geral, Demailly e Novel (2014) apontam que as mudanças trazidas pela economia compartilhada têm impactos positivos tanto econômicos quanto sociais. Além

disso, os autores argumentam que ainda não existem muitos estudos relativos aos efeitos gerados por essa nova gama de serviços, uma vez que se trata de um assunto bastante recente, de forma que ainda não é possível estabelecer seus resultados no longo prazo. Skjelvik et al (2017) também afirmam que uma parte da dificuldade de visualizar e mensurar esses efeitos está na própria dificuldade de prever e calcular impactos ambientais, dados o seu tamanho e a quantidade de variáveis envolvidas.

Os impactos ambientais associados à economia compartilhada podem ser analisados tanto pelo volume de emissão de gases poluentes, como no estudo de Martin e Shaheen (2016), ou pelos vieses da quantidade de materiais utilizados pelas economias e a produtividade dos mesmos. A quantidade de material pode ser calculada através da taxa metabólica das sociedades, a qual é dada em toneladas/capita/ano, enquanto a sua produtividade pode ser obtida pela sua intensidade material, calculada pela quantidade de material consumida pela sociedade em função do PIB. Ambos os conceitos serão apresentados nas seções seguintes.



## 2. Taxa metabólica

O crescimento e desenvolvimento econômico e o aumento do consumo de recursos naturais são fenômenos intimamente relacionados. À medida que o país vai se desenvolvendo, a sua renda aumenta, e, conseqüentemente, o nível de consumo de recursos também sobe. Segundo Pothen e Welsch (2018, p.107), no período de grande crescimento econômico compreendido entre a queda da Cortina de Ferro nos anos 1990 e a Crise Financeira de 2008, a quantidade de material utilizada para atender à demanda mundial por bens, crescente em função do crescimento econômico, subiu de 37,2 bilhões de toneladas métricas em 1990 para 69,7 bilhões em 2008. Esse aumento do consumo afeta a utilização dos recursos naturais e tem impactos significativos sobre o meio-ambiente, tanto em termos de extração desses recursos quanto em termos do descarte de rejeitos gerados no processo produtivo (POTHEN e WELSCH, 2018; ANDRADE et al, 2018).

O comércio internacional e a globalização possuem um papel essencial na alocação desses impactos, que são sentidos com maior intensidade pelos países subdesenvolvidos e em desenvolvimento. Isso se deve ao fato dos países desenvolvidos geralmente delegarem os estágios produtivos mais intensivos em materiais para suas filiais localizadas em países subdesenvolvidos e em desenvolvimento, e utilizarem suas plantas produtivas locais para estágios mais intensos em tecnologia e de maior valor agregado. Tal fato tem impacto importante na mensuração da quantidade de material demandado por cada país para manutenção de seus níveis de consumo e no cálculo de eficiência produtiva na utilização dos recursos (POTHEN e WELSCH, 2018; ANDRADE et al, 2018).

A quantidade de material demandada por uma economia para suprir as suas necessidades de consumo pode ser analisada em termos de consumo *per capita* anual, num indicador conhecido como “taxa metabólica”.

O conceito de taxa metabólica de uma sociedade diz respeito aos seus fluxos e estoques biofísicos e à sua dependência em relação aos recursos naturais, estando relacionado com a própria ideia de economia como ciência da utilização de recursos escassos. Ela mostraria uma visão um pouco diferente das de Karl Marx e dos economistas clássicos, que centralizam a atenção no trabalho humano, apresentando a importância dos recursos para o desenvolvimento e crescimento da maioria dos países. Segundo Fischer-Kowalski e Haberl (2015), a ideia de

metabolismo social pode ser aplicada tanto a recursos específicos, como a análise do metabolismo energético, quanto aos recursos naturais de forma geral, na análise do metabolismo material.

O metabolismo energético das sociedades está muito ligado à descoberta dos combustíveis fósseis, sendo que o seu surgimento está associado à utilização do carvão no processo de desenvolvimento industrial e crescimento econômico de países como a Inglaterra (FISCHER-KOWALSKI e HABERL, 2015). Fischer-Kowalski e Haberl (2015) apontam que, embora ainda haja uma grande utilização de combustíveis fósseis, o surgimento das energias renováveis tem mudado o panorama do metabolismo energético dos países. Os autores apresentam um estudo de Steinberger e Roberts (2009) que relaciona o metabolismo energético com o nível de IDH dos países, indicando que as necessidades energéticas dos países foram diminuindo à medida que o nível de desenvolvimento dos mesmos foi aumentando.

Já o metabolismo material das sociedades, foco desse trabalho, estaria associado à utilização de recursos em geral, relacionando biomassa, energia e minérios e minerais utilizadas pelas sociedades. Trata-se de um conceito dos anos 60, quando surgiram as primeiras reflexões sobre as formas de mensurar as necessidades e limitações, em termos de recursos, das sociedades.

Segundo Fischer-Kowalski e Haberl (2015), ao permitir a análise da economia em termos de recursos, a taxa metabólica consegue mostrar quais tipos de recursos são mais necessários a cada economia e qual o impacto que cada sociedade teria sobre determinado recurso. De modo geral, essa taxa mostra a quantidade de recursos que são consumidos, em média, para atender às demandas de um consumidor representativo da economia analisada.

Segundo Andrade et al (2018, p. 71), nos países desenvolvidos, “o regime sociometabólico industrial [...] apresenta altas taxas metabólicas, grande participação de energias fósseis e tendência de redução da intensidade material-energética de suas economias”. Tal afirmação é confirmada por estudo da UNEP (2016), segundo o qual os países mais ricos consomem dez vezes mais recursos naturais, em média, que países pobres e o dobro que a média mundial. Tais resultados mostram a desigualdade no uso de materiais ao redor do mundo, mostrando a importância do estudo dos fluxos de materiais tanto para o uso mais eficiente dos mesmos quanto para a preservação das jazidas e fontes de onde esses materiais são extraídos.

Para Fischer-Kowalski e Haberl (2015, p.115) a análise do metabolismo material das sociedades em períodos distintos da história, em contraponto à análise em termos monetários dos mesmos períodos, mostra importância desse indicador no estudo do crescimento das economias:

A closer inspection reveals four phases: a phase of slow growth in metabolic rates up to the end of World War II; a phase of rapid growth from then on to the early 1970s; a phase of relative stagnation up to the year 2000, and, finally, again a rapid rise in metabolic rates in the course of the beginning of the twenty-first century. In monetary terms, the phases are not as distinct by far.

Os autores mostram, também, qual seria o próximo desafio das sociedades em termos de metabolismo energético:

Clearly, the transition ahead, in its core, needs to be a transformation of society's energy system, away from its currently dominant fossil fuels towards renewable sources (Haberl et al., 2011). This transition some time ahead is inevitable, due to the exhaustibility of fossil fuels. How far ahead and whether the transition happens inadvertently or by deliberate planning and intervention, is an open question (FISCHER-KOWALSKI e HABERL, 2015, p.127).

Atualmente, existem dois tipos principais de mensuração da taxa metabólica de uma sociedade. A primeira, mais tradicional, se baseia na quantidade de material utilizada diretamente na economia (*Domestic Material Consumption*, DMC, ou “consumo doméstico de material”), e apresenta uma análise pelo viés da produção, enquanto a segunda, mais recente, tem por base o fluxo de recursos naturais utilizados direta e indiretamente na produção de bens e recursos consumidos pela sociedade (*Material Footprint*, MF, ou “pegada material”), e apresenta o viés do consumo.

## 2.1. DMC

De acordo com Pothen e Welsch (2018, p. 108), o DMC “*quantifies a country's apparent use of materials. It equals domestic extraction plus imported minus exported materials and constitutes a production-based indicator of material use*”, ou seja:

$$\text{DMC} = \text{Extração doméstica} + (\text{Importação de matéria-prima bruta} - \text{Exportação de matéria-prima bruta})$$

Ele é a forma mais utilizada de mensuração do metabolismo da sociedade em termos de recursos utilizados nos seus processos produtivos. Segundo a lógica do DMC, os países desenvolvidos apresentam uma tendência de diminuição na utilização de recursos naturais ao

longo do tempo, sugerindo um aumento na produtividade dos recursos para esses países ao longo do tempo (WIEDMANN et al, 2015).

Apesar de mais utilizado e tradicional, o cálculo de produtividade dos recursos utilizando o DMC apresenta limitações significantes de análise dos fluxos de materiais de forma global. Por conter apenas a quantidade de materiais utilizada diretamente na economia ele desconsidera o fluxo de materiais associados a importações e exportações originados fora da economia analisada. Tal situação pode levar a conclusões erradas sobre a realidade de eficiência produtiva dos recursos utilizados, uma vez que, segundo Pothen e Welsch (2018, p. 108) “*with rising income, rich countries may switch from producing material-intensive goods to importing them, for instance do circumvent environmental damages at home*”. Nesse caso, os países ricos apresentariam uma queda no seu DMC, muito embora seu padrão de consumo e os impactos ambientais a ele associado continuassem os mesmos.

Outro ponto a ser abordado é o fato de que o DMC apresentaria uma visão distorcida acerca da realidade de países cuja economia está voltada para serviços financeiros. Eles apresentariam um valor baixo de DMC, uma vez que sua atividade principal não utiliza recursos naturais. Entretanto, o alto PIB dessas economias poderia estar associado a um maior consumo pela população, de forma que o seu DMC não representaria de forma fidedigna o real consumo dessas economias. Assim, o DMC não refletiria de forma realista o nível de material consumido pelas economias, podendo mostrar um impacto menor do que o real para as economias desenvolvidas e para as economias financeiras (POTHEN e WELSCH, 2018).

## 2.2. MF

Como forma de superar as limitações do DMC e proporcionar uma visão mais realista dos fluxos de materiais no contexto global, foi desenvolvida uma nova forma de mensuração da quantidade de material utilizado, conhecida como “pegada material”. Segundo o trabalho seminal de Wiedmann et al (2015, p. 6271), a pegada material é definida como:

[...] the global allocation of used raw material extraction to the final demand of an economy. In contrast to indicators of standard economy-wide material flow accounting, which are based on apparent physical consumption [...], the MF does not record the actual physical movement of materials within and among countries but, instead, enumerates the link between the beginning of a production chain (where raw materials are extracted from the natural environment) and its end (where a product or service is consumed).

Dessa forma, ela pode ser ilustrada pela seguinte equação:

$$\text{MF} = \text{Extração doméstica} + (\text{Importação de bens} - \text{Exportação de bens}) \text{ em termos das matérias-primas utilizadas na produção desses bens}$$

A MF seria semelhante à pegada ecológica (“*ecological footprint*”) e à pegada de carbono (“*carbon footprint*”), a versão mais conhecida do conceito, se configurando num indicador baseado no consumo dos recursos naturais. A pegada material contabiliza todos os materiais utilizados para atender à demanda final do país, incluindo também os materiais agregados de forma indireta, os quais são desconsiderados pelo DMC caso não estejam dentro dos limites territoriais do país. Dessa forma, a análise de MF apresentaria uma visão mais realista do nível de consumo de recurso dos países, uma vez que o seu cálculo considera não só os fluxos diretos, mas também os materiais indiretamente utilizados na produção dos bens consumidos pelo país (POTHEN e WELSCH, 2018). De acordo com estudos da UNEP (2016) a pegada material seria uma boa *proxy* do padrão de vida material dos países, podendo também ser utilizado para calcular um ponto de estabilidade, ainda não encontrado, de utilização de materiais pela indústria.

Ao contrário do DMC, que apresenta níveis mais baixos de consumo de recursos pelos países desenvolvidos, a MF não mostra uma diminuição do uso de materiais pelos países desenvolvidos. De acordo com os estudos de Wiedmann et al (2015), os países desenvolvidos teriam apenas um pequeno sucesso na diminuição da utilização de materiais de consumo, mostrando que a produtividade dos recursos nesses países estaria estagnada, e não melhorando, como apresentado pela mensuração via DMC.

Wiedmann et al (2015) também alertam para o fato da maioria dos países e órgãos internacionais tais como a União Europeia e a Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) utilizarem a produtividade dos recursos medida pela relação PIB/DMC como indicador de desenvolvimento sustentável e eficiência dos recursos, uma vez que essa forma de mensuração apresenta uma visão bastante superficial sobre o real panorama da utilização de recursos naturais.

### 2.3. DMC x MF

Conforme apresentado no item anterior, a mensuração da taxa metabólica das sociedades através do DMC pode apresentar resultados contrários aos calculados pela MF. Pela ótica do

DMC, os países desenvolvidos apresentariam uma melhora na utilização dos recursos de duas formas: relativa, aumentando o consumo de materiais à uma taxa menor do que o crescimento econômico (“*relative decoupling*”), ou absoluta, diminuindo o nível de consumo dos recursos de fato (“*absolute decoupling*”). Já de acordo com os resultados da MF a situação verificada é a contrária: os avanços dos países desenvolvidos tanto no *relative* quanto no *absolute decoupling* são menores do que os divulgados, podendo até mesmo serem inexistentes (WIEDMANN et al, 2015).

Segundo Wiedmann et al (2015), no último século a relação DMC/PIB global, mais conhecida como intensidade material, que será explicada na seção seguinte, caiu de 3,6 kg de material/dólar em 1900 para 1,3 kg de material/dólar em 2005. Esse dado tem sido utilizado pelas economias desenvolvidas como indicador de melhora no seu *decoupling* e, portanto, de que tais economias seriam mais sustentáveis do ponto de vista ambiental.

Entretanto, as análises de MF realizadas pelos estudiosos apresentam tendências bastante divergentes das apresentadas pelas análises de DMC. De acordo com os autores, à medida que os países se tornam mais ricos, eles tendem a reduzir a extração de materiais em território nacional, se valendo do comércio internacional para satisfazer seu consumo, que geralmente cresce acompanhando o enriquecimento do país. Essa situação é corroborada pelos resultados obtidos de que dois quintos de todas as matérias-primas extraídas no mundo todo foram utilizadas na produção de bens e serviços destinados à exportação (WIEDMANN et al, 2015).

Pela análise temporal da MF os autores puderam perceber que, ao longo do tempo, à medida que as economias foram se desenvolvendo, sua relação MF *per capita* foi se tornando cada vez maior do que sua relação DMC *per capita* (WIEDMANN et al, 2015). Isso seria explicado pelo fato de que os bens comercializados necessitariam de muito mais recursos e materiais do que está fisicamente incorporado a eles, o que é medido pelo DMC. Dessa forma, o “*DMC will therefore overestimate consumption for exporters of metals and biomass and underestimate it for importers of metals and biomass*” (WIEDMANN et al, 2015, p. 6273).

Em função dessas características, o MF apresentaria uma visão mais realista dos fluxos de materiais ao redor do mundo, considerando não apenas o que está fisicamente agregado ao bem, mas também os vários materiais e recursos utilizados em sua cadeia produtiva, estabelecendo

uma conexão mais direta entre a extração desses recursos e o seu consumo final (WIEDMANN et al, 2015). Tendo isso em vista, a pegada material foi selecionada como indicador básico de taxa metabólica no estudo empírico proposta por esse trabalho. A partir da pegada material analisaremos a intensidade material dos países, a qual será apresentada na seção a seguir.

### 3. Intensidade material

A intensidade material (*material intensity* ou *resource intensity*) é um indicador inverso da produtividade material, sendo calculado pela divisão entre a quantidade de recursos consumida pelo país e o seu PIB. Assim como a produtividade dos recursos, a intensidade material é utilizada como indicador de sustentabilidade ambiental das economias. Segundo Steinberger e Krausmann (2011, p. 1169), “*resource productivity/intensity is often used to measure the overall efficiency of the economic process*”, sendo que uma alta intensidade material indicaria uma baixa eficiência na utilização de recursos naturais e, assim, uma economia menos sustentável do ponto de vista ambiental. Para Andrade et al (2018, p. 71), a discussão acerca da “intensidade material-energética” das economias é importante pois está relacionada “ao conceito de *decoupling*, cuja premissa básica é a de “descolamento” entre crescimento econômico e uso de matéria e energia (UNEP, 2011) o que possibilitaria a desmaterialização do crescimento econômico”.

A intensidade material varia bastante de acordo com os setores e os tamanhos e formatos das economias. Segundo dados da UNEP (2016), as intensidades materiais dos setores de transporte e manufatura são bem maiores que a do setor de serviços, uma vez que este não exige grandes quantidades de insumos materiais para a geração de valor. Além disso, os estudos mostram que, desde os anos 2000, verifica-se um crescimento da intensidade material na economia global, a qual saiu de um patamar mundial de 1,2 kg de materiais utilizados para a produção de um dólar do PIB para um patamar de 1,4 kg por dólar em 2010, com a previsão de que essa tendência ainda continue por muitos anos (UNEP, 2016). Isso significa que houve uma queda na eficiência de utilização dos recursos naturais de forma global nas últimas décadas, uma situação que parece ser contra intuitiva, uma vez que a tendência natural é a de que os países ganhem eficiência na utilização dos recursos à medida que sua economia vai se desenvolvendo e amadurecendo.

O estudo da UNEP (2016, p. 40) justifica essa realidade que parece ilógica:

Most countries have followed this path over the past four decades with the exception of a number of resource-exporting countries whose material intensity has been stable. Despite this, global material productivity has declined since about the year 2000 and the global economy now needs more materials per unit of GDP than it did at the turn of the century. What may seem counter-intuitive has been caused by a large shift of economic activity from very material-efficient



economies such as Japan, the Republic of Korea and Europe to the much less material-efficient economies of China, India and Southeast Asia.

Além de representar uma perda de eficiência, essa transferência relativa da produção global de economias eficientes do ponto de vista da utilização dos recursos acabou gerando um aumento no volume de impacto ambiental por unidade de atividade econômica (UNEP, 2016).

### 3.1. Intensidade material ajustada

A forma tradicional de mensuração da intensidade material é DMC/PIB, expressa em quilogramas por \$. Entretanto, como já mostrado na seção anterior, o consumo doméstico de material tende a subestimar a quantidade de material realmente utilizada na economia, uma vez que considera apenas o consumo final associado ao bem, não levando em conta os recursos naturais demandados nas etapas intermediárias de produção desses bens. Em função disso, além da intensidade material, também foi criada a intensidade material ajustada, que utiliza a pegada material ao invés do DMC no seu cálculo, e também é expressa em quilogramas por \$ (UNEP, 2016).

Por estar baseada na pegada material, a intensidade material ajustada apresentaria uma visão mais realista da eficiência produtiva dos países, uma vez que considera a utilização de recursos em todo o processo produtivo de fabricação de um bem, e não só a etapa final. Seguindo esse raciocínio, países ricos que normalmente apresentariam intensidade material baixa não necessariamente possuiriam uma intensidade material ajustada baixa, uma vez que eles produzem bens finais com alto valor agregado cujas partes foram fabricadas em outros países. Assim, a intensidade material desses países seria baixa, uma vez que esse indicador não considera os recursos já utilizados no processo produtivo, e a sua intensidade material ajustada seria alta.

### 3.2 Intensidade material no mundo

Um estudo realizado pela UNEP (2016) sobre os fluxos de materiais ao redor do mundo mostrou que, conforme esperado, países com maior PIB per capita tendem a ter menores níveis de intensidade material do que países subdesenvolvidos e em desenvolvimento. Segundo o estudo, em 2010 os países da Europa e da América do Norte apresentaram cerca de metade ou menos da metade do valor mundial de intensidade material, enquanto os países da África, Ásia-Pacífico e América Latina apresentaram valores entre 1,5 e 2,5 vezes o valor calculado para a intensidade material mundial.

O estudo apresenta duas explicações para essa diferença. A primeira é a de que esses países possuem fábricas e plantas produtivas realmente mais eficientes que as dos outros países, o que faz com que seja gerado mais valor para cada unidade de material utilizado. A outra explicação está no fato de que os países mais ricos tendem a ter setores de serviços maiores relativamente, os quais, como apresentado anteriormente, apresentam menor intensidade material quando comparado com os setores de manufatura e transporte. Os autores também apontam para o fato de que os países ricos apresentam PIBs maiores, ou seja, o denominador da relação quantidade de recurso/PIB é maior, levando a uma intensidade material menor (UNEP, 2016).

Além disso, o estudo aponta uma diferença importante:

The two most affluent regions both show relative decoupling (of materials use from economic growth) on the MI (material intensity) metric, but the degree of decoupling decreases (or stops entirely in the case of Europe) when we look instead at AMI (adjusted). When we look at the less affluent countries, we usually see the reverse, i.e. the degree of relative decoupling is usually greater using AMI (UNEP, 2016, p.71).

Assim, a intensidade material ajustada apresentaria uma visão mais realista dos fluxos de materiais e da utilização dos mesmos.

#### 4. Efeito rebote/*Jevons' paradox*

Conforme descrito na primeira parte dessa revisão bibliográfica, a economia compartilhada traz várias mudanças para os *marketplaces*, criando novas formas de interação econômica e de consumo e substituindo a posse do bem pelo acesso e utilização compartilhada. Entretanto, ela gera efeitos colaterais, chamados “efeito rebote”, que acabam diminuindo o seu impacto sobre os âmbitos da demanda, e, conseqüentemente, sobre os impactos ambientais associados a esse consumo. Dada a importância de tais efeitos sobre a análise proposta por esse trabalho, é essencial entender as ideias por trás do efeito rebote.

A ideia de efeito rebote surgiu com o trabalho seminal de Jevons (1866), *The Coal Question*, no qual ele analisa a utilização de carvão na produção de ferro na Inglaterra. De acordo com o estudo, a produção de ferro mais produtiva em termos de consumo de carvão, obtida por melhorias e avanços tecnológicos, levaria a um crescimento dos lucros dos produtores, gerando aumento no investimento na produção de ferro. Isso geraria impactos no preço do ferro, que cairia, gerando um aumento na demanda do mesmo, implicando aumento na sua produção e conseqüentemente aumento na utilização de carvão. Assim, o aumento na produtividade, correspondendo a menor uso relativo do carvão, implica maior utilização absoluta deste. Segundo Jevons (1865, p. 140), “*it is wholly a confusion of ideas to suppose that the economical use of fuel is equivalent to a diminished consumption. The very contrary is the truth [...]*”. A partir disso, a ideia de eficiência energética passou a ser associada a efeitos rebote, também conhecidos como *Jevons' paradox*.

De acordo com Dimitropoulos e Sorrell (2016, p.1), o efeito rebote “*results in part from an increased consumption of energy services following an improvement in the technical efficiency of delivering those services. This increased consumption offsets the energy savings that may otherwise be achieved [...]*”. Os autores explicam que existem três tipos de efeitos rebote, o indireto, o direto e o efeito amplo sobre a economia (*economy wide effect*).

O efeito direto pode ser definido como o efeito que a melhora de eficiência energética de determinado serviço tem de diminuir o preço do mesmo, resultando no aumento do seu consumo. Isso tenderia a reduzir o impacto que a melhora na eficiência tem de reduzir o consumo de energia. Os efeitos diretos podem ser subdivididos em efeito renda e efeito substituição. Os

efeitos indiretos estão associados aos impactos que a diminuição do preço da energia geraria sobre a demanda de outros produtos que também necessitam de energia. Já os efeitos amplos sobre a economia consideram o impacto que a diminuição do preço da economia teria sobre os preços de bens intermediários e finais de toda economia, o que levaria a ajustes de preço e quantidades em toda a economia, especialmente naqueles bens que são mais intensivos em energia. Segundo os autores, esses efeitos estão ligados ao fato de que “energy efficiency improvements may also reduce energy prices and increase economic growth, which could further increase energy consumption” (DIMITROPOULOS e SORRELL, 2016, p. 1).

Gillingham et al (2015) apontam o fato de que há, na literatura sobre o tema, uma discussão acerca da melhor forma de mensuração do efeito rebote e o seu real impacto sobre os resultados finais da melhora da eficiência energética, sendo que o método mais utilizado é o baseado na elasticidade-preço da demanda. No entanto, os autores alertam que o cálculo baseado na elasticidade-preço da demanda pode acabar gerando uma confusão entre os efeitos induzidos por políticas energéticas e os efeitos relacionados ao custo da energia, o que dificulta a análise dos efeitos e pode gerar resultados incorretos.

Embora a literatura associada ao efeito rebote esteja focada principalmente nos efeitos relacionados à eficiência energética, esse tipo de raciocínio também pode ser aplicado a outros fenômenos econômicos e que também estão associados a efeitos colaterais paradoxais, nos quais a própria natureza do efeito inicial acaba desencadeando um efeito subsequente que mitiga parcialmente os efeitos iniciais. Autores como Calcagni et al (2017) e Skjelvik et al (2017) trouxeram essa mesma análise para a economia do compartilhamento, analisando com cautela os efeitos iniciais positivos relacionados à diminuição dos impactos ambientais pelo advento da economia compartilhada.

#### 4.1. Efeito rebote na economia compartilhada

Apesar de parecerem animadores e promissores, os resultados positivos associados à economia compartilhada apresentam apenas uma parte da situação. Embora em uma visão mais superficial e imediata a economia compartilhada apresente impactos positivos de fato, numa análise mais profunda e criteriosa esses efeitos podem não ser tão significantes. Calcagni et al (2017, p. 13) afirmam que:

[...] the sharing economy is creating economic activities and needs that would not have existed otherwise, and is increasing the demand for those already existing (more travels, more car rides, etc.). By decreasing costs, hiding materials from consumers and depersonalising labour behind their experience, sharing can facilitate the rebound effect, the disconnection from society and the environmental crisis.

Além disso, Acquier et al (2017) apontam que a economia compartilhada poderia gerar um comportamento insustentável dos consumidores, tal como consumo supérfluo, que também configura um comportamento de consumo ambientalmente insustentável e pouco eficiente do ponto de vista da utilização do bem.

Já Frenken e Schor (2017) afirmam que a maioria dos estudos sobre o tema adota uma análise de equilíbrio parcial e, por isso, acabam capturando apenas os efeitos iniciais, sendo necessárias análises mais gerais ou um acompanhamento da evolução de tais efeitos. Uma forma de análise apresentada pelos autores se concentra na investigação dos efeitos “rebote” (“*rebound effects*”, também conhecidos como “*Jevons paradox*” e “*boomerang effect*”) associados aos setores da economia compartilhada. Seguindo o mesmo raciocínio, Skjelvik et al (2017) apontam como principais efeitos “rebote” associados o efeito renda e o efeito preço.

Em relação ao efeito preço, Skjelvik et al (2017, pp 13-14) afirmam que “*If the price of a good or service is reduced because of sharing economy initiatives, people tend to want more of it. [...] This is the price effect (rebound through price)*”, ou seja, ao diminuir o preço de serviços e aumentar a acessibilidade a bens, a economia compartilhada estimula um aumento na demanda por esses serviços e bens. Assim, ao invés de reduzir a utilização de carros, por exemplo, aplicativos como o Uber acabariam permitindo às pessoas que não utilizavam serviços de táxi em função do preço que passassem a utilizar o serviço do Uber, ao invés de ônibus ou metrô. Além disso, o baixo preço faria com que as pessoas passassem a percorrer até pequenos trechos, que poderiam ser feitos a pé, de automóvel.

Já em relação ao efeito renda, os autores apontam que “[...] *some of the expenses saved from the lowered price will likely be used to buy other goods and services, this is the income effect (rebound through income or indirect rebound effect).*” (Skjelvik et al, p. 14). Assim, em função do efeito renda, o dinheiro economizado pelo compartilhamento de bens, ou até mesmo o dinheiro gerado pelos provedores de bens e serviços na economia compartilhado, poderia ser utilizado na compra de outros bens que podem ser igualmente danosos ao meio ambiente ou até

piores. Skjelvik et al (2017) citam como exemplo indivíduos que economizam dinheiro por não possuírem um carro próprio e que acabam utilizando esse dinheiro para realizar viagens de avião, as quais são mais poluentes em termos de emissões de CO2 do que viagens de automóveis.

Skjelvik et al (2017) também apontam efeitos indiretos causados pelo compartilhamento de bens menores como roupas e equipamentos. Segundo os autores, embora esse tipo de troca tenha impactos sobre o consumo de bens, diminuindo a compra e aumentando o uso compartilhado, o seu efeito positivo sobre o meio ambiente gerado pela redução do consumo pode ser neutralizado pelo aumento na emissão de poluentes gerados pelo transporte desses bens. Isso aconteceria em função da própria natureza das plataformas de compartilhamento, que conectam pessoas com interesses complementares, mas que não necessariamente se encontram perto uma das outras (SKJELVIK et al, 2017).

Além disso, os autores também mostram que os efeitos positivos associados a determinado setor da economia compartilhada podem ter seus impactos diminuídos ou mesmo neutralizados indiretamente por outros setores a ele associados. Essa situação pode ser exemplificada pela relação entre o setor de acomodação e o setor de transportes. Uma redução nos preços de viagens gerada pelo barateamento da hospedagem em função da popularização de serviços como Airbnb e Couchsurfing pode levar a um crescimento no número de viagens em geral, o que acabaria gerando a um aumento na emissão de gases poluentes de qualquer forma em função do aumento de viagens de automóvel e avião, por exemplo (SKELVIK et al, 2017).

Embora sejam difíceis de mensurar, os efeitos rebote teriam, teoricamente, um impacto significativo sobre os reais efeitos ambientais da economia compartilhada. Em função disso, também devem ser levados em consideração na análise proposta por esse trabalho.

## 5. Análise

De acordo com o apresentado nas seções anteriores, é possível sugerir, teoricamente, como hipótese, que países com maior nível de compartilhamento na economia consumiriam uma quantidade relativamente menor de recursos. Tal relação pode ser mostrada através de dois indicadores apresentados nesse trabalho, a pegada material e a intensidade material ajustada. No caso da pegada material, considerada uma *proxy* do padrão de consumo das economias, países com maior nível de compartilhamento apresentariam uma pegada material menor. Já no caso da intensidade material ajustada, um indicador de produtividade na utilização de recursos naturais, os países com maior nível de compartilhamento apresentariam uma intensidade material menor, ou seja, seriam mais produtivos em termos de dólar gerado por kg de material utilizado.

### 5.1. Método de análise

De acordo com o apresentado nas seções anteriores, é possível sugerir, teoricamente, como hipótese, que países com maior nível de compartilhamento na economia consumiriam uma quantidade relativamente menor de recursos. Tal relação pode ser mostrada através de dois indicadores apresentados nesse trabalho, a pegada material e a intensidade material ajustada. No caso da pegada material, considerada uma *proxy* do padrão de consumo das economias, países com maior nível de compartilhamento apresentariam uma pegada material menor. Já no caso da intensidade material ajustada, um indicador de produtividade na utilização de recursos naturais, os países com maior nível de compartilhamento apresentariam uma intensidade material menor, ou seja, seriam mais produtivos em termos de dólar gerado por kg de material utilizado.

Esse estudo busca averiguar se tais relações se verificam empiricamente através de análises de correlação do Timbro Sharing Economy Index, um indicador de economia compartilhada, com a pegada material e com a intensidade material ajustada dos países. Caso essa relação se verifique empiricamente, espera-se ver coeficientes de relação negativos com valores acima de 0,10 que, segundo Figueiredo Filho e Silva Júnior (2009), é o limiar para se considerar a existência de uma correlação, ainda que fraca, entre as variáveis.

Embora a estimação de modelos a partir de uma análise de regressão também se apresentasse como uma boa opção, ainda há uma falta de dados históricos consistentes e mundiais sobre a economia compartilhada, o que inviabiliza a utilização de análise de séries temporais para as

investigações propostas. Em função disso, optou-se por análises mais simples, mas não menos importantes, de correlações entre os indicadores analisados. A intenção desse estudo exploratório não é a de mostrar uma relação causal entre eles, uma vez que a análise de correlação não faz distinção entre variáveis independente e dependentes, e sim a de mostrar se existe ou não uma relação entre ambos. Entende-se que, caso se verifique alguma relação, ela provavelmente será pequena, tendo em vista a ampla gama de variáveis que explicam a utilização de materiais pelas economias e a relativa novidade da economia compartilhada, que faz com que ela não esteja homoganeamente distribuída e disseminada. Entretanto, de acordo com as ideias expostas até o momento, espera-se que essa relação seja negativa, ou seja, que países com mais compartilhamento apresentem menores pegadas materiais e intensidades materiais ajustadas.

## 5.2. Dados utilizados

### 5.2.1. Timbro Sharing Economy Index (TSEI)

Em função da diversidade dos produtos e serviços associados à economia compartilhada e da relativa novidade do assunto, não existem muitos trabalhos de análise global da economia compartilhada. Grande parte dos estudos faz uma análise mais local e a maioria está focada nos setores de transporte e acomodação, de forma que ainda há uma grande falta de dados.

Entretanto, existe um índice de economia compartilhada criado recentemente, pelo *think tank* nórdico Timbro, que analisa 213 países de acordo com o seu nível de compartilhamento na economia, considerando os diversos setores que estão associados à economia compartilhada, uma grande base de dados contendo os fornecedores ativos de serviços da economia compartilhada e o fluxo de tráfego da internet relacionado a esses serviços. Após a tratativa adequada dessas informações, os autores fizeram uma análise dos países, atribuindo valores de 0 a 100 para os mesmos (BERGH et al, 2018). Esse indicador foi o selecionado como a variável de análise do nível de compartilhamento das economias.

### 5.2.2. Pegada material

A pegada material foi selecionada por representar de forma mais realista as quantidades totais de recursos materiais necessárias para se manter o padrão de consumo dos países, considerando a totalidade dos recursos utilizados na produção dos bens consumidos. Nesse



trabalho foi utilizada a pegada material em toneladas *per capita*, uma vez que ela permite uma melhor comparação entre os países em nível individual.

Os dados foram retirados da *Global Material Flows Database*, do *International Resource Panel*, um portal de informações e bases de dados sobre fluxos de materiais e recursos mantido pelas Nações Unidas.

### 5.2.3. Intensidade material ajustada

A intensidade material ajustada, ou seja, a pegada material dividida pelo PIB do país, foi selecionada por mostrar a produtividade dos países em termos de recursos naturais. A utilização da sua versão ajustada busca tornar mais realista a análise proposta, controlando os efeitos que a renda poderia ter sobre os resultados da correlação.

Os dados de intensidade material ajustada também foram retirados da *Global Material Flows Database* das Nações Unidas.

## 5.3 Procedimentos

Para a realização das análises de correlação em si foram utilizados os dados de pegada material e intensidade material entre os anos 2000 e 2015 e o TSEI. Na montagem da análise foram excluídos os países que não constavam no TSEI e os países que não apresentavam dados disponíveis de pegada material ou intensidade material ajustada.

Pelo fato do cálculo do TSEI ser realizado com base em dados de tráfego e de fornecedores ativos ponderados pela população, países pequenos como a Islândia acabaram tendo lugar de destaque no ranking. Como o valor do coeficiente de correlação é fortemente afetado pela média dos valores, foi necessário eliminar esses países *outliers* da análise (FIGUEIREDO FILHO e SILVA JÚNIOR, 2009).

Após a devida tratativa dos dados, restaram 134 países dos 213 inicialmente presentes no TSEI. Foi então realizada uma segregação desses países em *clusters*, de forma a diminuir os efeitos que as diferenças de renda teriam sobre a análise. Para a clusterização foi utilizada como critério a classificação dos mesmos no Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) calculado pela Organização das Nações Unidas (ONU) a partir de variáveis relacionadas ao PIB, saúde e educação e utilizado como um indicador do nível de desenvolvimento dos países.

Além disso, foi realizada uma análise separada de correlação entre os países pertencentes ao Grupo dos 20 (G20), que engloba as 19 maiores economias do mundo além da União Europeia, e uma outra análise considerando os países com os maiores PIBs *per capita* do mundo.

A relação do total de países considerados na análise clusterizada por IDH se encontra no Apêndice 1, apresentado ao final do trabalho. Já as relações de países considerados na análise do Grupo dos 20 e das economias com os maiores PIBs *per capita* se encontram nos Apêndices 2 e 3, respectivamente.

## 6. Resultados

A análise de correlação realizada apresentou os seguintes resultados:

### 6.1. TSEI x Pegada material

A análise de correlação entre a pegada material e o TSEI dividida em clusters definidos de acordo com o nível de IDH dos 134 países apresentou os seguintes resultados:

Cluster	Coefficiente de correlação	Significância estatística <sup>1</sup>
IDH muito alto (0,800 – 1)	0,064962041	0,105 (sem significância)
IDH alto (0,7 – 0,799)	0,235537238	0,526 (sem significância)
IDH médio (0,555 – 0,699)	-0,037167323	0,617 (sem significância)
IDH baixo (0 – 0,554)	-0,098194063	0,362 (sem significância)

Tabela 1: Resultados da correlação entre TSEI e MF, clusterizadas por nível de IDH.

Como é possível ver, os resultados apresentados variaram bastante entre os grupos de IDH. De acordo com Figueiredo Filho e Silva Júnior (2009), valores de coeficiente de correlação entre 0,10 e 0,30 podem ser interpretados correlação fraca, sendo que valores abaixo de 0,1 podem ser analisados como correlação inexistente entre as variáveis. Além disso, verificamos não haver significância estatística para a correlação analisada. Assim, podemos concluir que não há relação entre a pegada material e o nível de compartilhamento para todos os grupos. Tais resultados poderiam ser explicados pela heterogeneidade dos países que compõem esses grupos de IDH, uma vez que, como o IDH é composto por indicadores de saúde e educação além do PIB, ele agrupa países com diferentes realidades econômicas, especialmente nos grupos intermediários. Tal heterogeneidade acaba afetando as médias dos valores, impactando o cálculo da correlação.

A análise que considera apenas os países componentes do G20 apresentou os seguintes resultados:

Cluster	Coefficiente de correlação	Significância estatística
Países G20	0,092328264	0,021 (significante)

Tabela 2: Resultados da correlação entre TSEI e MF para os países-membros do G20.

<sup>1</sup> Calculada a um nível de significância de 0,005, considerando uma análise bivariada.

Apesar de estatisticamente significativa, o resultado apresentado para o coeficiente de correlação é menor do que o limiar de correlação proposto por Figueiredo Filho e Silva Júnior (2009), mostrando que não há relação entre o nível de compartilhamento das economias e a quantidade de material utilizada para manter o nível de consumo *per capita* da população dessas economias.

Por último, a análise das economias com os maiores PIBs per capita apresentou o seguinte resultado:

Cluster	Coeficiente de correlação	Significância estatística
Maiores PIBs <i>per capita</i>	-0,30733692	0,291 (sem significância)

Tabela 3: Resultados da correlação entre TSEI e MF para os países com maior PIB *per capita*.

Como é possível ver, haveria uma correlação fraca, mas negativa, entre a pegada material e o nível de compartilhamento das economias, quando se consideram apenas os países com os maiores PIBs *per capita*. Entretanto, verificou-se que não há significância estatística para a correlação analisada.

## 6.2. TSEI x Intensidade material ajustada

Já a análise de correlação entre a intensidade material ajustada e o TSEI dividida em clusters definidos de acordo com o nível de IDH dos países apresentou os seguintes resultados:

Cluster	Coeficiente de correlação	Significância estatística
IDH muito alto (0,800 - 1)	-0,2250713	0,641 (sem significância)
IDH alto (0,7 - 0,799)	-0,118490791	0,155 (sem significância)
IDH médio (0,555 - 0,699)	-0,105187889	0,863 (sem significância)
IDH baixo (0 - 0,554)	-0,182638769	0,698 (sem significância)

Tabela 4: Resultados da correlação entre TSEI e intensidade material ajustada, clusterizadas por nível de IDH.

Como é possível perceber, a correlação se apresentou negativa, como esperado, e fraca para todas as classificações de IDH, sendo quase inexistente para os países de IDHs alto e médio, o que também poderia ser explicado pela grande diversidade dos países que compõem esses

grupos. Entretanto, assim como na análise entre a pegada material e o TSEI, verificou-se não haver significância estatística para a correlação investigada.

A análise feita separadamente para os países pertencentes ao G20 apresentou o seguinte resultado:

Cluster	Coefficiente de correlação	Significância estatística
Países G20	-0,371570169	0,561 (sem significância)

Tabela 5: Resultados da correlação entre TSEI e intensidade material ajustada para os países-membros do G20.

Esse coeficiente é considerado médio de acordo com os parâmetros apresentados por Figueiredo Filho e Silva Júnior (2009). Entretanto, se verificou que a correlação analisada não possui significância em termos estatísticos.

Finalmente, a análise de correlação entre a intensidade material ajustada e o TSEI realizada para as economias com maior PIB *per capita* teve como resultado:

Cluster	Coefficiente de correlação	Significância estatística
Maiores PIBs <i>per capita</i>	-0,271942144	0,230 (sem significância)

Tabela 6: Resultados da correlação entre TSEI e intensidade material ajustada para os países com os maiores PIBs *per capita*.

Pode-se perceber que, quando a análise de correlação é feita apenas para os países com maior renda *per capita*, o coeficiente calculado mostra a existência de uma correlação fraca e negativa entre os indicadores. Entretanto, também se verifica que a correlação apresentada não possui significância em termos estatísticos.

## Discussão

Conforme descrito nas seções anteriores, este trabalho não tinha por objetivo o estabelecimento de uma relação causal entre a pegada material, ou a intensidade material, e o nível de compartilhamento de uma economia. A intenção era a de investigar a existência de uma possível relação entre os temas, como pode ser inferido a partir da revisão bibliográfica apresentada. Como visto nos resultados, ambas as análises apresentaram correlações sem significância estatística, de forma que não é possível estabelecer uma relação entre as variáveis analisadas, com exceção da análise de correlação entre TSEI e MF para os países pertencentes ao G20. Mesmo nesse caso, que possui significância estatística, o coeficiente mostrou não haver correlação entre as variáveis. Assim, observamos que a hipótese proposta teoricamente não se verificou empiricamente.

De forma geral, tais resultados podem ser explicados parcialmente por diversos fatores. A primeira variável que poderia explicar essa correlação fraca ou inexistente são os fatores que determinam a pegada material e a intensidade material nos países. No caso da pegada material, já se sabe que países mais ricos e com melhor qualidade de vida apresentam maiores pegadas materiais, uma vez que seu padrão de consumo é mais alto do que o dos demais países, em média. Assim, independentemente do nível de compartilhamento das economias, os países mais ricos apresentariam maiores pegadas materiais (UNEP, 2016).

Já em relação à intensidade material ajustada, o tipo de economia dos países teria impactos sobre o resultado. De acordo com um relatório da UNEP (2016, p. 71), “affluent countries tend to have relatively large service sectors, which also add more value per unit of material consumed than primary industries”. Assim, não necessariamente a produção do país estaria atrelada à utilização de recursos naturais. Países com economias voltadas para o setor de serviços, principalmente os financeiros, apresentariam um baixo consumo de recursos e uma grande geração de valor, algo que seria erroneamente apontado pelos indicadores utilizados como uma alta produtividade dos recursos e, portanto, uma baixa intensidade material ajustada.

Outra variável que poderia explicar tal resultado é o efeito rebote, tratado com mais profundidade em seção anterior. Em função do seu efeito preço, que diminuiria o preço do acesso ao bem e aumentaria a demanda por viagens de Uber, por exemplo, e do efeito renda, que

poderia, indiretamente, estimular o consumo indulgente, os efeitos positivos da economia compartilhada poderiam ser diminuídos ou até mesmo anulados. Assim, os próprios efeitos da economia compartilhada desencadeariam processos que diminuiriam o seu impacto sobre a quantidade de recursos utilizados pelas economias.

Outro fator importante que poderia explicar essa baixa correlação é a relativa novidade associada à economia compartilhada, que ainda se encontra em processo de desenvolvimento e expansão na economia mundial de forma geral. Em função disso, os seus efeitos ainda seriam de baixa representatividade tanto na economia quanto nos recursos utilizados para a manutenção do nível de consumo das economias. Entretanto, esse efeito poderá aumentar com o tempo, à medida que a economia do compartilhamento for se popularizando (PRICEWATERHOUSECOOPERS, 2015), de modo que análises futuras poderão apresentar correlações significativas estatisticamente.

Um último fator que pode ter afetado, de forma indireta, as análises de correlação é a quantidade relativamente baixa de dados disponíveis sobre o nível de compartilhamento das economias, especialmente de séries históricas, o que impacta o índice de compartilhamento utilizado. Frenken e Schor (2017, p. 8) reconhecem essa dificuldade:

Despite the call for scientific assessments of the sustainability impacts of sharing economy platforms, we should acknowledge that the precise impacts are likely to remain unclear for a long time to come. The reason for the lasting gap in our knowledge is not only theoretical, but also empirical. For a proper assessment of the impacts, access to the user data currently held by platforms is key. However, the platforms have been restrictive and selective in granting researchers access to their user data, citing privacy and competition concerns.

Essa dificuldade, assim como o fator anterior, pode vir a diminuir com o tempo, à medida que a economia compartilhada for se desenvolvendo e se disseminando.

## Conclusão

Os resultados das análises de correlação entre a pegada material, a intensidade material ajustada e o nível de compartilhamento dos países mostraram, de modo geral, que não existe uma relação entre as variáveis. Dessa forma, pode-se concluir que a hipótese apresentada e inferida a partir da teoria não foi verificada empiricamente no estudo realizado.

Os fatores determinantes da pegada material e da intensidade material, bem como o tipo de economia de cada país poderiam explicar essa relação praticamente inexistente, no caso da pegada material, ou fraca, no caso da intensidade material ajustada. Outros fatores que ajudariam a explicar tais resultados são o efeito rebote e o próprio fato da economia compartilhada ainda ser algo novo e em desenvolvimento, não apresentando, por enquanto, grande representatividade relativa na economia mundial.

Conforme apresentado, o trabalho aqui descrito tinha por objetivo a realização de uma análise exploratória, utilizada para verificar uma possível relação entre as variáveis analisadas, uma vez que se trata de um tema relativamente novo com diversas dimensões ainda a serem exploradas. No entanto, a ausência de dados temporais acerca da economia compartilhada impôs limitações à análise realizada. Dada a importância do assunto e a previsão de seu crescimento nos próximos anos (PRICEWATERHOUSECOOPERS, 2015), deixa-se como sugestão um possível acompanhamento da relação entre as variáveis ao longo do tempo. O desenvolvimento da economia compartilhada e o estabelecimento de uma série histórica de dados relacionados possibilitará uma análise mais robusta dos impactos da economia compartilhada sobre a utilização de recursos e a sustentabilidade ambiental das economias e poderá trazer *insights* interessantes sobre o futuro da economia compartilhada.



## Referências

- ACQUIER, A.; DAUDIGEOS, T.; PINKSE, J. Promises and paradoxes of the sharing economy: An organizing framework. *Technological Forecasting & Social Change*. 2017.
- ANDRADE, D.C; MENDONÇA, T.G.; ROMEIRO, A.R. Tendências do metabolismo da economia brasileira: uma análise preliminar à luz da Economia Ecológica. *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica*, vol. 28: 66-86. 2018.
- BELK, R. You are what you can access: Sharing and collaborative consumption online. *Journal of Business Research*, vol, 67. Canada. 2016.
- BENKLER, Y. Sharing nicely: on shareables goods and the emergence of sharing as a modality of economic production. *Yale Law Journal*, 114. Disponível em: <https://digitalcommons.law.yale.edu/ylj/vol114/iss2/2> 2004.
- BERGH, A; FUNCKE, A.; WERNBERG, J. Timbro Sharing Economy Index. *Timbro*. Disponível em: <https://timbro.se/allmant/timbro-sharing-economy-index/>. 2018.
- BOTSMAN, R. Defining the sharing economy: What is collaborative consumption – and what isn't?. *Fast Company*. Disponível em: [https://www.fastcompany.com/3046119/defin\[ing-the-sharing-economy-what-is-collaborative-consumption-and-what-isnt](https://www.fastcompany.com/3046119/defin[ing-the-sharing-economy-what-is-collaborative-consumption-and-what-isnt). 2015.
- BOTSMAN, R.; ROGERS, R. O que é meu é seu: a ascensão da economia colaborativa. Nova York: *HarperCollins*. 2011.
- CALCAGNI, F.; LIPSCHUTZ, R.; BONTEMPI, A. Myths of the Sharing Economy: drivers of and barriers to real sharing practices. *IASC*. Disponível em: [https://www.iasc2017.org/wp-content/uploads/2017/06/7H\\_Fulvia-Calcagni.pdf](https://www.iasc2017.org/wp-content/uploads/2017/06/7H_Fulvia-Calcagni.pdf). 2017
- CLEANTECH. Environmental Impacts of Home Sharing. *Phase 1 Report: Prepared by Cleantech Group for Airbnb*. 2014.
- DEMAILLY, D.; NOVEL, A-S. The sharing economy: make it sustainable. *Studies n°03/14. IDDRI*. Disponível em: [https://www.iddri.org/sites/default/files/import/publications/st0314\\_ddasn\\_sharing-economy.pdf](https://www.iddri.org/sites/default/files/import/publications/st0314_ddasn_sharing-economy.pdf). 2014.

- DIMITROPOULOS, J.; SORRELL, S. The Rebound Effect: Microeconomic Definitions, Extensions and Limitations. *29<sup>th</sup> IAEE International Conference*. 2006.
- ERVING, E. The sharing economy: exploring the intersections of collaborative consumptions and capitalism. *Scripps Senior Theses*, 409. Disponível em: [https://www.scholarship.claremont.edu/scripps\\_theses/409](https://www.scholarship.claremont.edu/scripps_theses/409). 2014
- FIGUEIREDO FILHO, D.B.; SILVA JÚNIOR, J.A. Desvendando os Mistérios do Coeficiente de Correlação de Pearson (r). *Revista Política Hoje*, Vol. 18, n.1. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/politica hoje/article/viewFile/3852/3156>. 2009.
- FISCHER-KOWALSKI, M. e HALBERL, H. Social metabolism: a metric for biophysical growth and degrowth. *Handbook of Ecological Economics*, Cap. 5, Edward Elgar, Editors: Joan Martínez-Alier, Roldan Muradian. 2015
- FRENKEN, K.. Sustainability perspectives on the sharing economy. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, vol 23. Copernicus Institute of Sustainable Development. 2017.
- FRENKEN, K.; SCHOR, J. Putting the sharing economy into perspective. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, vol 23. Copernicus Institute of Sustainable Development. 2017.
- GILLINGHAM, K; RAPSON, D.; WAGNER, G. The Rebound Effect and Energy Efficiency Policy. *Review of Environmental Economics and Policy*. 2015.
- JEVONS, W.S. The Coal Question: an inquiry concerning the progress of the nation, and the probable exhaustion of our coal-mines. *Macmillan and Co*. 2<sup>o</sup> ed, 1866.
- MARTIN, E.; SHAHEEN, M. The Impacts of Car2go on Vehicle Ownership, Modal Shift, Vehicle Miles Traveled and Greenhous Gas Emissions: An Analysis of Five North American Cities. *Transportation Sustainability Research Center (TSRC)*. Disponível em: [http://innovativemobility.org/wp-content/uploads/2016/07/Impactsofcar2go\\_FiveCities\\_2016.pdf](http://innovativemobility.org/wp-content/uploads/2016/07/Impactsofcar2go_FiveCities_2016.pdf).2016
- POTHEN, F.; WELSCH, H. Economic development and material use. Evidence from International Panel Data. *World Development*, vol 115. 2018.

- PRICEWATERHOUSECOOPERS. Consumer Intelligence Series: The sharing economy. 2015.
- SCHOR, J. Debating the sharing economy. *The Great Transition Initiative*. Disponível em: [http://greattransition.org/images/GTI\\_publications/Schor\\_Debating\\_the\\_Sharing\\_Economy.pdf](http://greattransition.org/images/GTI_publications/Schor_Debating_the_Sharing_Economy.pdf). 2014.
- SCHOR, J.; FITZMAURICE, C. Collaborating and connecting: The emergence of the sharing economy. *Handbook of Research on Sustainable Consumption*. 2015.
- SHAHEEN, S.; CHAN, N. Mobility and the Sharing Economy: Potential to Facilitate the First- and Last-Mile Public Transit Connections. *Built Environment*, vol. 42, n° 4. 2016
- SKJELVIK, J.M.; ERLANDSEN, A.M.; HAAVARDSHOLM, O. Environmental impacts and potential of the sharing economy. *TemaNord*. Nordic Council of Ministers. 2017.
- STEINBERGER, J.K.; KRAUSMANN, F. Material and Energy Productivity. *Environmental Science & Technology*, 45. 2011
- STEINBERGER, J.K.; Roberts, J.T. Across a moving threshold: Energy, carbon and the efficiency of meeting global human development needs. Social Ecology Working Paper n°114, IFF Social Ecology, 2009.
- UNEP (United Nations Environment Programme). Decoupling natural resource use and environmental impacts from economic growth. *International Resource Panel*. 2011.
- UNEP (United Nations Environment Programme). Global Material Flows and Resource Productivity. *International Resource Panel*. 2016
- UNEP (United Nations Environment Programme). Global Material Flows Database. *International Resource Panel*. Disponível em: <https://www.resourcepanel.org/global-material-flows-database>. 2016
- WIEDMANN, T.; SCHANDL, H.; LENZEN, M.; MORAN, D.; SUH, S.; WEST, J.; KANEMOTO, K. The material footprint of nations. *PNAS*, vol. 112, n° 20. 2015.

**Apêndice 1: Relação de países – segregação em clusters por IDH<sup>2</sup>**

<b>País</b>	<b>Cluster - IDH</b>
Argentina	MUITO ALTO
Australia	MUITO ALTO
Austria	MUITO ALTO
Bahamas	MUITO ALTO
Bahrain	MUITO ALTO
Barbados	MUITO ALTO
Belarus	MUITO ALTO
Belgium	MUITO ALTO
Brunei Darussalam	MUITO ALTO
Bulgaria	MUITO ALTO
Canada	MUITO ALTO
Chile	MUITO ALTO
Croatia	MUITO ALTO
Cyprus	MUITO ALTO
Denmark	MUITO ALTO
Estonia	MUITO ALTO
Finland	MUITO ALTO
France	MUITO ALTO
Germany	MUITO ALTO
Greece	MUITO ALTO
Hungary	MUITO ALTO
Iceland	MUITO ALTO
Ireland	MUITO ALTO
Israel	MUITO ALTO
Italy	MUITO ALTO
Japan	MUITO ALTO
Kazakhstan	MUITO ALTO
Kuwait	MUITO ALTO
Latvia	MUITO ALTO
Lithuania	MUITO ALTO
Luxembourg	MUITO ALTO
Malaysia	MUITO ALTO
Malta	MUITO ALTO
Netherlands	MUITO ALTO
New Zealand	MUITO ALTO

<sup>2</sup> Além dos países que não constavam nas bases de dados utilizadas, ou que não apresentavam todos os dados para o período contemplado, também foram excluídos, como *outliers*, os seguintes países: Islândia (TSEI = 100), e Mianmar, Comoro, Libéria, Chade, Papua Nova Guiné, Congo, Nigéria, Níger, Guiné-Bissau, Guiné, Paquistão, Afeganistão, Bangladesh, Guiné Equatorial, Coreia do Norte, Luxemburgo, Eritreia e Saint-Martin, todos com TSEI = 0.

Norway	MUITO ALTO
Oman	MUITO ALTO
Poland	MUITO ALTO
Portugal	MUITO ALTO
Qatar	MUITO ALTO
Romania	MUITO ALTO
Russian Federation	MUITO ALTO
Saudi Arabia	MUITO ALTO
Singapore	MUITO ALTO
Slovakia	MUITO ALTO
Slovenia	MUITO ALTO
Spain	MUITO ALTO
Sweden	MUITO ALTO
Switzerland	MUITO ALTO
United Arab Emirates	MUITO ALTO
United Kingdom	MUITO ALTO
United States of America	MUITO ALTO
Uruguay	MUITO ALTO
Czech Republic	MUITO ALTO
Albania	ALTO
Algeria	ALTO
Antigua and Barbuda	ALTO
Armenia	ALTO
Azerbaijan	ALTO
Belize	ALTO
Bosnia and Herzegovina	ALTO
Botswana	ALTO
Brazil	ALTO
China	ALTO
Colombia	ALTO
Costa Rica	ALTO
Cuba	ALTO
Dominican Republic	ALTO
Ecuador	ALTO
Gabon	ALTO
Georgia	ALTO
Jamaica	ALTO
Jordan	ALTO
Lebanon	ALTO
Libya	ALTO
Maldives	ALTO
Mauritius	ALTO

Mexico	ALTO
Mongolia	ALTO
Panama	ALTO
Paraguay	ALTO
Peru	ALTO
Samoa	ALTO
Seychelles	ALTO
Sri Lanka	ALTO
Suriname	ALTO
Thailand	ALTO
Trinidad and Tobago	ALTO
Tunisia	ALTO
Turkey	ALTO
Turkmenistan	ALTO
Ukraine	ALTO
Angola	MÉDIO
Bhutan	MÉDIO
Cambodia	MÉDIO
Cameroon	MÉDIO
Egypt	MÉDIO
El Salvador	MÉDIO
Ghana	MÉDIO
Guatemala	MÉDIO
Guyana	MÉDIO
Honduras	MÉDIO
India	MÉDIO
Indonesia	MÉDIO
Iraq	MÉDIO
Kenya	MÉDIO
Kyrgyzstan	MÉDIO
Morocco	MÉDIO
Nepal	MÉDIO
Nicaragua	MÉDIO
Philippines	MÉDIO
Sao Tome and Principe	MÉDIO
South Africa	MÉDIO
Tajikistan	MÉDIO
Vanuatu	MÉDIO
Zambia	MÉDIO
Benin	BAIXO
Burkina Faso	BAIXO
Djibouti	BAIXO

Gambia	BAIXO
Haiti	BAIXO
Lesotho	BAIXO
Madagascar	BAIXO
Malawi	BAIXO
Mali	BAIXO
Mauritania	BAIXO
Mozambique	BAIXO
Rwanda	BAIXO
Senegal	BAIXO
Sierra Leone	BAIXO
Togo	BAIXO
Uganda	BAIXO
Yemen	BAIXO
Zimbabwe	BAIXO

## Apêndice 2: Países-membros do G20<sup>345</sup>

<b>Países-membros G20 analisados</b>
South Africa
Argentina
Brazil
Canada
United States of America
Mexico
China
Japan
India
Indonesia
Saudi Arabia
Turkey
Germany
France
Italy
Russian Federation
United Kingdom
Australia
Austria
Belgium
Bulgaria
Croatia
Denmark
Estonia
Slovakia
Slovenia
Finland
Greece
Hungary
Ireland
Spain
Lithuania
Luxembourg
Portugal
Poland

---

<sup>3</sup> Os países-membros da União Europeia foram considerados separadamente na análise.

<sup>4</sup> A Coreia do Sul não foi considerada na análise pois não constava no TSEI.

<sup>5</sup> A Islândia foi excluída como *outliers* (TSEI = 100).



Malta
Sweden
Romania
Netherlands

### Apêndice 3: Países com os maiores PIBs *per capita* analisados<sup>67</sup>

Maiores PIBs per capita analisados <sup>8</sup>
Switzerland
Norway
Ireland
United States of America
Australia
Singapore
Denmark
Iceland
Sweden
Netherlands
United Kingdom
Austria
Canada
Finland
Germany
Belgium
New Zealand
France

---

<sup>6</sup> Foram excluídos da análise por falta de dados: Liechtenstein, Mônaco, Isle of Man, Macau, Faroe Islands, San Marino, Groenlândia, Hong Kong, Andorra.

<sup>7</sup> Islândia (TSEI = 100) e Luxemburgo (TSEI = 0) foram excluídos como *outliers*.

<sup>8</sup> Catar e Emirados Árabes Unidos foram excluídos por terem a economia baseada puramente na exportação de petróleo. Em função disso, poderiam impactar incorretamente a análise de correlação proposta.