

# RELAÇÃO ENTRE O INVESTIMENTO DIRETO ESTRANGEIRO E AS EMISSÕES DE CO2 EM PAÍSES COM DIFERENTES NÍVEIS DE RENDA

*Danielle Evelyn de Carvalho<sup>a</sup>*

*Fernanda Aparecida Silva<sup>b</sup>*

<sup>a</sup>Estudante do doutorado em Economia no Centro de Desenvolvimento e Planejamento Econômico (CEDEPLAR) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Belo Horizonte, MG, Brasil. ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9187-1714>.

<sup>b</sup>Professora Adjunta do Departamento de Economia Rural (DER) da Universidade Federal de Viçosa (UFV). Viçosa, MG, Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9187-1714>

*Recebido em 10/7/2020*

*Aceito em 14/1/2022*

*Received on 2020/7/10*

*Accepted on 2022/1/14*

**RESUMO:** Este trabalho se propôs a analisar a relação existente entre os investimentos do tipo *greenfield* e *brownfield* com a emissão de CO<sub>2</sub> para países do mundo, utilizando dados de 170 economias, dividindo-as de acordo com sua renda. O modelo utilizado foi o de painel dinâmico System-GMM. Encontrou-se que esses investimentos não influenciam de maneira significativa a emissão de CO<sub>2</sub> em países de maior renda. Enquanto, para países de menor renda, os resultados sugerem que um aumento dos dois tipos de investimento gere uma ampliação na emissão de CO<sub>2</sub>, corroborando a ideia de que, para países menos desenvolvidos, o efeito escala (aumento da atividade econômica devido ao IDE) prevaleça. Além dos problemas de alguns tipos de investimentos nesses países serem feitos por causa dos refúgios de poluição e legislações ambientais mais flexíveis.

**PALAVRAS-CHAVE:** investimento direto estrangeiro; investimentos *greenfield* e *brownfield*; emissão de CO<sub>2</sub>.

**CLASSIFICAÇÃO JEL:** F18; F21; Q2.

Correspondência para: Danielle Evelyn de Carvalho

Contato: [danielle-evelyn@hotmail.com](mailto:danielle-evelyn@hotmail.com)



# RELATIONSHIP BETWEEN FOREIGN DIRECT INVESTMENT AND CO<sub>2</sub> EMISSIONS IN COUNTRIES WITH DIFFERENT INCOME LEVELS

**ABSTRACT:** This paper analyzed the existing relationship between greenfield and brownfield investments with CO<sub>2</sub> emissions worldwide, using data from 170 economies divided according to income. The model used was the Generalized Method of Moments (System-GMM) dynamic panel. Results show that these investments have no significant impact on CO<sub>2</sub> emissions in higher-income countries, while for lower-income countries, an increase in both types of investment generates higher CO<sub>2</sub> emissions. This corroborates the idea that, for less developed countries, the scale effect (increase in economic activity due to FDI) prevails. Moreover, the issues stemming from some types of investments in these countries results from pollution refuges and laxer environmental legislation.

**KEYWORDS:** foreign direct investment; greenfield and brownfield investments; CO<sub>2</sub> emissions.

## INTRODUÇÃO

Desde meados do século XX, o processo de globalização econômica permitiu que diversas empresas multinacionais investissem em outros países com a finalidade de otimizar seus recursos, afetando, como consequência, a utilização de recursos naturais e as emissões de poluentes no país anfitrião (SHAO, 2017). De acordo com a Conferência das Nações Unidas sobre Comércio e Desenvolvimento (UNCTAD, 2016), a média de fluxos de entrada de Investimento Direto Estrangeiro na década de 1990 no mundo foi de quase 400 bilhões de dólares. Na década de 2000, a média dos fluxos de entrada de investimento direto externo (IDE) aumentou expressivamente para mais de 1 trilhão de dólares. Entre 2010 e 2016, o fluxo de IDE cresceu ainda mais, chegando à média para o período de mais de 1 trilhão de meio de dólares. Dessa forma, mesmo com uma queda em 2009, o fluxo de entrada de IDE voltou a crescer no mundo, principalmente devido aos países desenvolvidos.

Simultaneamente a esse processo, verificou-se que a emissão anual de CO<sub>2</sub> no mundo aumentou em aproximadamente 103% entre 1990 e 2014. Essas emissões passaram, respectivamente, de 157 milhões de quilotoneladas para 320 milhões de quilotoneladas, segundo World Development Indicators (THE WORLD BANK, 2017).

Se, por um lado, o IDE pode ajudar a acelerar a velocidade de difusão tecnológica no país anfitrião e, dessa forma, desenvolver tecnologias limpas que diminuam o nível de poluição desse país e reduzam a utilização de recursos naturais (ACHARYYA, 2009), por outro lado, conforme Zhang e Zhou (2016), o IDE pode influenciar positivamente no nível de poluição de um país. Conforme essa hipótese, as empresas multinacionais transferem indústrias intensivas em poluição para países com regulamentações ambientais menos rigorosas, com a finalidade de diminuir seus gastos, resultando nos chamados refúgios de poluição.

Além disso, o IDE pode aumentar o nível de poluição do lugar por meio do aumento da produção. Os influxos de IDE podem ter relação positiva com o crescimento econômico, por meio de sua relação com a acumulação de capital – relacionado com a teoria do crescimento neoclássico – ou por meio de transbordamentos tecnológicos e de conhecimento – abordado na teoria do crescimento endógeno (DE MELLO, 1999). Conforme Bayar (2017), o IDE pode promover o desenvolvimento financeiro e afetar indiretamente, através desse mecanismo, o crescimento econômico país.

Existem duas formas de investimento, sendo elas de naturezas diferentes (WANG; WONG, 2009). O tipo *greenfield* caracteriza a situação em que determinada companhia constrói uma nova planta no país estrangeiro, enquanto o *brownfield* corresponde ao investimento estrangeiro feito de uma companhia sobre uma planta já existente (FEENSTRA; TAYLOR, 2014).

A UNCTAD no World Investment Report (WIR, 2000) mostra que a entrada de IDE, através da aquisição de empresas domésticas, oferece menores benefícios ou impactos negativamente maiores do ponto de vista do desenvolvimento do país anfitrião em relação à entrada de IDE através da criação de novas instalações. Isso acontece devido ao fato de que as aquisições estrangeiras podem não aumentar a capacidade produtiva, mas simplesmente transferem a propriedade e o controle da empresa de mãos nacionais para estrangeiras. Essa transferência é frequentemente acompanhada por demissões de funcionários ou pelo fechamento de algumas atividades de produção ou funcionais (por exemplo, capacidades de P&D).

Além disso, Liu e Zhou (2008) concluíram que o IDE *greenfield* em indústrias chinesas de alta tecnologia está associado a transbordamentos intrasetoriais e interindustriais, e as fusões e aquisições só exibem transbordamentos interindustriais. Wang e Wong (2009) encontraram que o IDE *greenfield* melhora o crescimento econômico, enquanto as fusões e aquisições têm efeitos negativos sobre o crescimento econômico do país anfitrião.

Por outro lado, outros trabalhos encontram diferenças menores entre o crescimento econômico influenciado pelo IDE *greenfield* em relação ao *brownfield*. Em um estudo para os países da União Europeia Central e Oriental, Bayar (2017) revelou que os dois investimentos tiveram influência positiva no crescimento econômico, mas a influência dos investimentos *greenfield* foi considerada relativamente mais alta. Harms e Meón (2014) também confirmaram uma maior relevância do investimento em novas plantas comparativamente aos investimentos em fusões e aquisições.

Diante das diferentes características observadas entre os dois tipos de investimentos, estes poderiam ter consequências distintas para a economia, meio ambiente e outros aspectos do local a que se destinam. A literatura econômica, de forma geral, que aborda as possíveis relações entre IDE e o nível de emissão de CO<sub>2</sub> está focada em uma análise agregada do IDE. Nesse sentido, este estudo procura desvendar essas possíveis relações com foco nos diferentes tipos de IDE (*greenfield* e *brownfield*). A contribuição deste artigo é com relação à desagregação do IDE em dois tipos o que, até o momento, não foi encontrado na literatura dessa análise. Outra contribuição é a desagregação em dois níveis de renda, diferenciando a influência dos dois tipos de investimentos para países com maior nível de renda e menor nível de renda. As conclusões divergentes encontradas por diversos trabalhos podem ser devido aos diferentes estágios de desenvolvimento que os países possuem.

Países em desenvolvimento podem tender a atrair mais investimentos de empresas poluidoras, porque, muitas vezes, possuem legislações ambientais menos rigorosas. Por outro lado, nações desenvolvidas costumam atrair mais investimentos que estimulam o crescimento de tecnologias mais limpas, dado que possuem uma melhor estrutura

para o desenvolvimento dessas tecnologias. Por esse motivo, o trabalho desagregou a análise para países com dois níveis de renda de acordo com a classificação do Banco Mundial (renda alta e média-alta, e baixa e média-baixa).

Estudos nesse sentido podem ajudar a entender a relação entre o tipo de IDE e o nível de poluição e, ao mesmo tempo, indicar um problema. Enquanto o investimento pode ser benéfico para o desenvolvimento econômico do país, ele pode ser responsável por uma maior poluição. Isso acontece porque, em alguns casos, o efeito do desenvolvimento de tecnologias limpas, que poderiam influenciar na diminuição na emissão de CO<sub>2</sub>, pode ser menor do que seu impacto no aumento da produção, que geraria um crescimento desse tipo de poluição. Portanto, os resultados podem embasar políticas de incentivo aos IDE que desenvolvam tecnologias limpas em seus países de destino.

A seção 1 aborda a revisão de literatura, com uma descrição dos estudos empíricos já realizados sobre a relação entre IDE e poluição ambiental. Na seção 2, apresenta-se o referencial teórico, que sistematiza, a partir de um modelo, como o IDE pode influenciar a poluição ambiental por meio de funções de custo e lucro das empresas. A metodologia do trabalho é apresentada na seção 3, evidenciando o método escolhido e a base de dados. Na seção 4 discutem-se os resultados encontrados e, na seção 5, apresentam-se as principais conclusões.

## 1. REVISÃO DE LITERATURA

A relação entre IDE e a poluição ambiental tem sido muito debatida, mas não há um consenso. Uma das hipóteses mais difundidas é a hipótese de refúgio de poluição, em que países, geralmente os menos desenvolvidos, por terem legislações ambientais menos rigorosas, atrairiam mais investimentos de empresas poluidoras. Essas firmas estariam buscando diminuir seus custos com a adequação às leis ambientais mais rigorosas. Seguindo a mesma ideia, conforme Acharyya (2009), existem alguns autores que acreditam que alguns países com menores níveis de desenvolvimento poderiam, intencionalmente, tornar menos rigorosas as leis ambientais, com a finalidade de atrair investimentos. Ben-David et al. (2021) verificou, por meio de microdados, que empresas que possuem como sede países com políticas ambientais rígidas realizam suas atividades poluentes em nações com políticas relativamente mais fracas.

Zhang e Zhou (2016) também indicam a existência de um efeito escala que se refere a um aumento na poluição, devido à uma expansão da atividade econômica influenciado pelo IDE. Portanto, mesmo atraindo indústrias não tão poluentes, o IDE teria um efeito positivo com relação à poluição ambiental pelo fato de poder gerar maior atividade econômica.

Outra hipótese que norteia a ligação entre IDE e poluição ambiental é a *pollution halo hypothesis* que, segundo Shahbaz (2015), em oposição à hipótese de refúgios de poluição, a transferência de IDE para os países pode ter uma relação negativa com a poluição ambiental, devido à transferência de tecnologias mais limpas de produção de países mais desenvolvidos para nações menos desenvolvidos.

Dessa forma, não há um consenso sobre a ligação de IDE e poluição ambiental e os resultados encontrados na literatura divergem. Em um estudo sobre o efeito de regulações ambientais sobre o IDE, List e Co (2000) utilizaram dados de nível estadual dos Estados Unidos de 1986-1993 para analisar a escolha dos investidores diante das diferentes regulamentações ambientais estaduais, usando quatro medidas de rigor das legislações. Os autores encontraram que a rigidez ambiental e a atratividade de um local estão inversamente relacionadas. Além disso, as estimativas sugeriram que as empresas estrangeiras são mais sensíveis aos regulamentos de poluição do que as empresas domésticas. Os resultados estão em conformidade com a hipótese de refúgios de poluição, já que a ideia central é de que os custos com regulações ambientais importam na escolha de investir em um local.

Aliyu (2005), fazendo uma análise por meio de dados para 11 países pertencentes e 14 países não pertencentes à OCDE de 1990 a 2000, encontrou que a política ambiental é importante para explicar a saída de IDE dos países da OCDE para os países menos desenvolvidos, corroborando a hipótese de refúgio de poluição. Além disso, foi encontrado um efeito positivo entre o IDE de empresas consideradas poluidoras e as emissões de CO<sub>2</sub> para países da OCDE.

Lee (2013) investigou a contribuição do fluxo de IDE na emissão de CO<sub>2</sub> para 19 países do G20 entre 1971 e 2009. O resultado encontrado é que o IDE não possui influência na emissão de CO<sub>2</sub>. O autor justifica que o IDE pode não ter tido influência na emissão de CO<sub>2</sub> em razão de seus efeitos ambíguos sobre a economia. Se, por um lado, pode influenciar positivamente na emissão de CO<sub>2</sub> através do crescimento econômico e expansão da produção; por outro, o IDE pode interferir negativamente, por meio de *spillovers* – promovendo a maior utilização de energia e tecnologias limpas – causados pelo aumento no desenvolvimento econômico.

Shahbaz et al. (2015) analisaram a relação entre o investimento estrangeiro direto e a degradação ambiental para 99 países de alta, média e baixa renda entre 1975 e 2012. Os resultados de longo prazo sugerem que o IDE aumenta a emissão de CO<sub>2</sub> para países com renda média e baixa. Contudo, para países com renda alta, as conclusões foram opostas, com a verificação de uma relação inversa entre IDE e emissão de CO<sub>2</sub>. Dessa forma, sugere-se que, para países com renda média e baixa, o efeito escala prevaleça; enquanto para países de renda alta, o IDE seria capaz de influenciar no desenvolvimento de tecnologias limpas, reduzindo a emissão de CO<sub>2</sub>.

Em uma análise para dados de províncias da China de 2005 a 2010, Zhang e Zhou (2016) encontraram que o IDE estaria contribuindo para a diminuição das emissões de CO<sub>2</sub>. Nesse estudo, os resultados corroboram a *pollution halo hypothesis*, que afirma que as empresas estrangeiras podem exportar tecnologias mais limpas dos países desenvolvidos para os países em desenvolvimento.

Em Shao (2017), foi realizada uma investigação utilizando dados de 188 países no período de 1990 a 2013. O resultado mostra que os *spillovers* de IDE têm um efeito negativo na redução da intensidade de carbono tanto em países de alta renda, como em países de renda média e baixa. Para o autor, os esforços de desenvolvimento econômico dos países não devem apenas considerar a quantidade de IDE, mas também devem se atentar à qualidade do IDE e encorajar empresas que consigam desenvolver tecnologias limpas, contribuindo para a diminuição da emissão de CO<sub>2</sub>.

Em suma, a relação entre o IDE e as emissões de CO<sub>2</sub> continua ambígua, dependendo da amostra utilizada, do método de estimação e do período analisado. Além disso, os estudos do efeito que os diferentes tipos de IDE sobre a poluição ambiental nos países ainda é pouco explorada na literatura.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

O referencial teórico seguirá a ideia proposta por Blanco, Gonzalez e Ruiz (2011). Uma vez que as emissões de poluentes são geradas durante a produção, pode-se considerar que essas emissões são insumos para o processo de produção. Assim, o lucro em uma empresa é demonstrado pela seguinte equação:

$$\pi = PQ - P_G G - P_Z Z \quad (1)$$

Em (1), P e Q são, respectivamente, o preço e a quantidade do bem produzido; G é o vetor de insumos e outras características, que incluem trabalho, capital e distância aos mercados; P<sub>G</sub> é o preço relativo aos diferentes custos de trabalho, transporte de energia e tarifas de importação e exportação; Z é a quantidade de emissões utilizada na produção; P<sub>Z</sub> é o preço unitária das emissões. Sendo  $\eta_G = \frac{G'}{Q}$  e  $\eta_Z = \frac{Z'}{Q}$ , onde os asteriscos indicam as escolhas que maximizam o lucro da firma. Portanto, os lucros da empresa podem seguir a seguinte forma:

$$\pi^* = (P - \eta_G P_G - \eta_Z P_Z) Q^* \quad (2)$$

Dessa forma, a equação (2) mostra os lucros em função da quantidade de insumos e seus preços. A intensidade média de poluição no país que recebe IDE é  $\eta_{z,c}$  e  $\eta_{g,IDE}$  é a intensidade de poluição da empresa que recebe o investimento. Com a finalidade de aumentar o lucro, as firmas irão migrar de locais onde a regulação ambiental é mais rigorosa para locais com menor regulação ambiental, isto é, com menores  $P_z$ . Essa mudança no fluxo de investimento irá acontecer e gerará um aumento da poluição *per capita* se a seguinte condição for satisfeita:

$$\pi_{z,IDE} = \left( \frac{\pi^*}{Q^*} - \frac{\eta_G P_G - P}{P_z} \right) > \eta_{z,c} \quad (3)$$

Quando não há regulação ambiental no país, o custo marginal de emissão é zero ( $P_z=0$ ). Porém,  $P_z$  irá aumentar com uma maior e mais exigente regulação ambiental. Portanto, o grau de regulação ambiental (refletido em  $P_z$ ), que pode afetar o lucro, depende da intensidade da poluição da produção. O lucro das firmas com maior  $\eta_z$  será mais sensível às mudanças em  $P_z$ .

Sob a condição mostrada na equação (3), a região com fracas regulações ambientais receberá IDE de indústrias de alta intensidade de poluição. No entanto, observe que, como mencionado anteriormente, outros insumos e características em  $G$  podem afetar a decisão de localização da planta.

Conforme demonstrado por Harms e Meón (2014), se o IDE *greenfield* estiver associado a maiores e mais duradouros *spillovers*, a discrepância entre os dois tipos de IDE em termos de seus efeitos sobre o crescimento pode ser ainda mais forte. Um exemplo seria a construção de novas usinas mais inovadoras e intensivas em tecnologia do que as existentes (MARIN; SASIDHARAN, 2010).

Por outro lado, segundo Harms e Meón (2014), poderia ser assumido que parte das receitas dos investimentos em fusões e aquisições foi utilizada em investimento doméstico e, portanto, esses investimentos seriam capazes de influenciar a acumulação de capital e, conseqüentemente, a produção naquele país. Dessa forma, eles conseguiriam desestruturar as cadeias de fornecimento de produtos domésticas (RODRÍGUEZ-CLARE, 1996) e/ou reduzir a produtividade de empresas domésticas (AITKEN; HARRISON, 1999). Logo, essa diferença entre o IDE de fusões e aquisições e o IDE de novas plantas seria nula em termos de produção, ou até mesmo com o primeiro IDE com uma influência maior na economia.

Dessa forma, este trabalho pretende mostrar, empiricamente, que os investimentos feitos nos países mais ricos conseguiriam estimular o desenvolvimento de tecnologias mais limpas, influenciando na redução da emissão de  $CO_2$ . Ademais, os países mais pobres teriam um efeito contrário, com um aumento da emissão de  $CO_2$  à medida que mais investimentos forem feitos, devido à dificuldade de absorção de tecnologias capazes de gerar uma produção menos poluidora no meio ambiente.



### 3. METODOLOGIA

A seção referente à metodologia foi dividida em modelo empírico e base de dados. Na primeira subseção foi abordado o modelo empírico, apresentando os processos metodológicos, a equação estimada e o método utilizado. Na última seção apresentou-se a origem dos dados deste trabalho.

#### 3.1. MODELO EMPÍRICO

Para investigar os efeitos dos tipos de IDE (*greenfield* e *brownfield*) nas emissões de CO<sub>2</sub>, levando em consideração o caráter dinâmico e a endogeneidade existente nas regressões de CO<sub>2</sub>, utilizou-se uma regressão por meio de modelos de dados em painel dinâmico com o método dos momentos generalizados (GMM). O modelo empírico também inclui algumas variáveis de controle comumente usadas para mitigar o potencial de uma especificação incorreta e estimativa tendenciosa. Neste estudo, também foram utilizados efeitos fixos de tempo, a fim de captar alguma crise ocorrida no ano ou algum outro efeito capaz de influenciar no resultado. A não inclusão de efeito fixo para os países foi devido ao grande número de países existentes na amostra, além dos instrumentos consumirem muitos graus de liberdade. Dessa forma, optou-se por modelos mais parcimoniosos.

A estimativa das equações por meio do método de mínimos quadrados ordinários (MQO) resultaria em estimativas viesadas e inconsistentes. Isso acontece porque, dado que  $CO2_{i,t}$  é uma função de  $\mu_{it}$  (termo de erro da estimação da equação 4), seus termos defasados também serão uma função de  $\mu_{it}$ . Isto é, haverá uma correlação entre os termos defasados e o termo de erro, levando ao problema da endogeneidade.

Para resolver esse problema, Anderson e Hsiao (1981, 1982) propuseram o método de Mínimos Quadrados de dois estágios (MQ2E), em que as primeiras diferenças da variável dependente seriam utilizadas como instrumentos.

Contudo, conforme Silva (2014), as primeiras diferenças (instrumentos) são fracamente exógenas, principalmente se a variável possuir comportamento próximo a um passeio aleatório. O parâmetro da variável dependente defasada, para ser estimado corretamente, precisa de instrumentos adequados. Neste sentido, um dos métodos de estimação dos modelos dinâmicos é o Método de Mínimos Quadrados Generalizados (GMM). Neste modelo, o estimador de Arellano-Bover/Blundell-Bond não pressupõe exogeneidade estrita entre os regressores e o termo de erro. Como consequência, é possível tratar os regressores como pré-determinados ou endógenos, além de se obter estimativas robustas para a heterocedasticidade e correlação entre as unidades de *cross-section* (ROODMAN, 2009).

Esse estimador também é utilizado para casos em que há poucos períodos e muitos indivíduos; uma função linear; a variável dependente dependendo de seus próprios valores passados; efeitos individuais fixos; e heterocedasticidade e autocorrelação dentro dos indivíduos (ROODMAN, 2009).

Dessa forma, o modelo System-GMM é mais apropriado para estimar um modelo de dados de painel dinâmico, pois pode abordar as questões de endogeneidade, heterocedasticidade e autocorrelação dentro das variáveis envolvidas (LI; WANG; ZHAO, 2016).

As equações estimadas serão explicadas a seguir. Elas foram estimadas de forma separada para os investimentos *greenfield* e *brownfield* a fim de evitar o problema de multicolinearidade, como sugerido por Calderón, Loayza, and Serven (2004) e Ashraf (2015). Com relação ao investimento *greenfield*, a equação foi estimada para duas amostras, uma dividida entre os países mais ricos e outra para os países mais pobres:

$$CO2_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 CO2_{i,t-1} + \beta_3 green_{i,t} + \beta_4 urb_{i,t} + \beta_5 PIBpercapita_{i,t} + \beta_6 ind_{i,t} + \beta_7 energia_{i,t} + \mu_{it} \quad (4)$$

Em (4),  $CO2_{i,t}$  é a quantidade emitida de  $CO_2$  per capita pelo país  $i$  no ano  $t$ ;  $CO2_{i,t-1}$  é a variável defasada da quantidade emitida de  $CO_2$  per capita pelo país  $i$  no ano  $t-1$ ;  $green_{i,t}$  é quantidade de investimentos do tipo *greenfield* realizados no país  $i$  no ano  $t$ ;  $ind_{i,t}$  é a variável de estrutura industrial como porcentagem do PIB para o país  $i$  no ano  $t$ ;  $urb_{i,t}$  é a taxa de urbanização do país  $i$  no ano  $t$ ;  $PIBpercapita_{i,t}$  é o valor do PIB per capita para o país  $i$  no ano  $t$ ;  $energia_{i,t}$  é a porcentagem do consumo de energia renovável do país  $i$  no ano  $t$ .

Com relação ao investimento *brownfield*, a equação a seguir foi estimada também para as duas amostras de países:

$$CO2_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 CO2_{i,t-1} + \beta_3 brown_{i,t} + \beta_4 urb_{i,t} + \beta_5 PIBpercapita_{i,t} + \beta_6 ind_{i,t} + \beta_7 energia_{i,t} + \mu_{it} \quad (5)$$

Em (5),  $CO2_{i,t}$  é a quantidade emitida de  $CO_2$  per capita pelo país  $i$  no ano  $t$ ;  $CO2_{i,t-1}$  é a variável defasada da quantidade emitida de  $CO_2$  per capita pelo país  $i$  no ano  $t-1$ ;  $brown_{i,t}$  é a quantidade de fusões e aquisições para o país  $i$  no ano  $t$ ;  $ind_{i,t}$  é a variável de estrutura industrial para o país  $i$  no ano  $t$ ;  $urb_{i,t}$  é a taxa de urbanização do país  $i$  no ano  $t$ ;  $PIB_{i,t}$  é o valor do PIB per capita para o país  $i$  no ano  $t$ ;  $energia_{i,t}$  é a porcentagem do consumo de energia renovável do país  $i$  no ano  $t$ .

Foi utilizada a intensidade de emissão de  $CO_2$  defasada, porque, segundo Shao (2017), à medida que a intensidade do carbono evolui cumulativamente ao longo do tempo, as emissões atuais provavelmente estarão ligadas às do ano passado, tornando apropriado considerar um

modelo de dados de painel dinâmico que inclua a variável dependente atrasada. Além disso, todas as variáveis utilizadas nesse trabalho foram transformadas em logaritmos naturais.

Espera-se que o investimento *greenfield* possua uma relação negativa com a emissão de CO<sub>2</sub>, devido aos seus possíveis maiores efeitos de transbordamento e geração de melhores tecnologias – envolvendo, também, tecnologias mais limpas. Por outro lado, espera-se que os investimentos *brownfield* se relacionem positivamente com a emissão de CO<sub>2</sub>, visto que podem influenciar em um aumento na produção, sem contrapartida em melhorias tecnológicas, por se referirem a fusões e aquisições de plantas e empresas já existentes nos países.

É esperado que, com uma maior produção (PIB *per capita*) e/ou maior nível de industrialização, haja um aumento nas emissões de CO<sub>2</sub>, pelo fato de poderem gerar uma ampliação no potencial de degradação ambiental.

Quanto à variável de urbanização, ela pode ter resultado ambíguo. Ela tem o potencial de aumentar a degradação ambiental, porque um maior nível de urbanização tende a elevar as emissões poluentes *per capita* devido à concentração industrial e ao congestionamento nas áreas urbanas (PANAYOTOU, 1997); por outro lado, a urbanização pode diminuir a degradação ambiental, devido às vantagens de economia de escala na tecnologia de redução em áreas urbanas em relação às áreas rurais (TORRAS; BOYCE, 1998).

Espera-se que a porcentagem de energia renovável utilizada possua efeito negativo sobre a emissão de CO<sub>2</sub>. Quanto maior a utilização de energias renováveis naquele país, menor será a degradação causada pela geração de energia por meio de fontes fósseis. Segundo Sanquetta et al. (2017), a geração de energia elétrica possui grande responsabilidade sobre a emissão de gases de efeito estufa (GEE), dentre os quais o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) é o mais expressivo, pelo fato de muitos países ainda possuírem suas bases energéticas concentradas em fontes fósseis.

### 3.2. BASE E TRATAMENTO DOS DADOS

A variável dependente é o CO<sub>2</sub> *per capita*, que é a emissão de carbono pelo país, medida por toneladas métricas, dividido pela população. As variáveis de interesse do trabalho são o IDE *greenfield*, que são os investimentos estrangeiros feitos com a construção de uma nova planta, e o IDE *brownfield*, que corresponde ao investimento estrangeiro feito de uma companhia sobre uma planta já existente (FEENSTRA; TAYLOR, 2014). Para essas variáveis, foi utilizado o número de IDE *greenfield* e *brownfield* ocorridos<sup>1</sup> naquela economia.

<sup>1</sup> Devido ao problema de fluxos zero no número de investimentos em fusões e aquisições e investimentos *greenfield*, isto é, quando não ocorreu investimento no país para aquele ano, somou-se 1 para todos os valores desse dado. Sendo assim, ao logaritmizar os dados, os países que não tiveram IDE naquele ano continuaram com valores zero na amostra.

Não foi escolhido o montante investido de IDE, porque ele é calculado da seguinte forma: o valor que foi investido pelo país em outros locais do mundo menos o que foi investido no país em questão. Contudo, esta variável não seria adequada, já que o artigo tem como objetivo analisar a influência desse investimento no país e suas consequências para o meio ambiente, não tendo relação com o investimento que saiu do país.

A variável de intensidade industrial é a porcentagem do valor adicionado da indústria pelo PIB total do país; e a variável urbanização é a porcentagem da população urbana em relação à população total do país, ambas utilizadas por Zhang e Zhou (2015). A variável PIB *per capita* é o PIB dividido pela população do país, empregada por Shahbaz et al. (2015). A variável energia é a porcentagem de energia renovável utilizada em relação ao total da energia consumida.

A emissão de CO<sub>2</sub> representa uma *proxy* para degradação ambiental, porque é um dos principais gases que causam o efeito estufa, definido em muitos acordos entre países como parâmetro para ações que visam mitigar o impacto ambiental. Além de ser uma variável com uma base de dados extensa e sem muitos valores faltantes para os países do mundo.

Os dados de IDE *greenfield* e *brownfield* foram extraídos do UNCTAD (2017). Os dados da variável explicada (CO<sub>2</sub>), bem como das outras variáveis explicativas foram extraídas do *World Bank* (2017b). O período analisado foi, para IDE *brownfield*, de 1990 a 2014 e, para IDE *greenfield*, de 2003 a 2014. Esse período foi escolhido devido à disponibilidade dos dados para cada investimento e por ser um período de grande aumento no fluxo de IDE nos países do mundo, bem como aumento na emissão de CO<sub>2</sub>.

A classificação dos países foi feita de acordo com a renda nacional per capita do Banco Mundial. As economias de baixa renda são definidas como aquelas com RNB per capita, calculadas usando o método do Atlas do *World Bank* (2017a), de US \$ 1.005 ou menos em 2016; as economias de renda média-baixa são aquelas com RNB per capita entre US \$ 1.006 e US \$ 3.955; as economias de renda média alta são aquelas com RNB per capita entre US \$ 3.956 e US \$ 12.235. E as economias de alta renda são aquelas com RNB per capita de US \$ 12.236 ou mais. Foram divididos os países em dois grupos. Um com renda alta e média-alta e outro grupo com renda baixa e média-baixa. Os países que compuseram a amostra são aqueles países que possuíam os dados das variáveis utilizadas para o período analisado e estão descritos no apêndice 1.

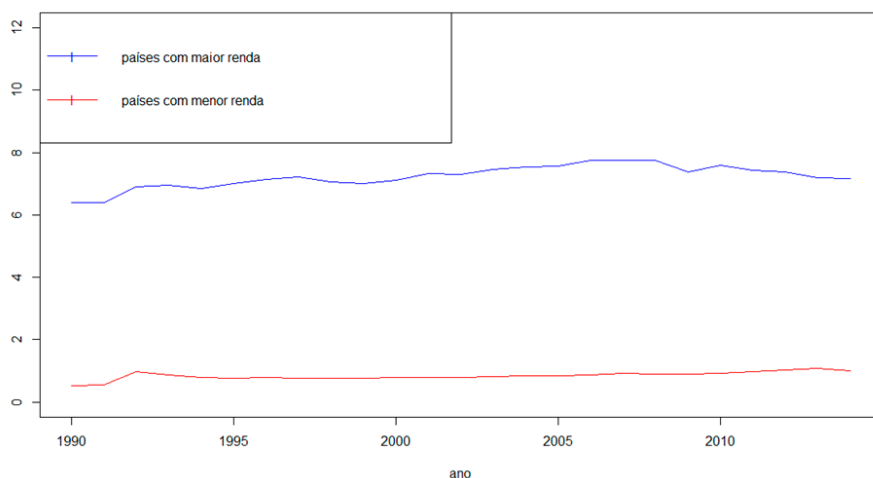
#### 4. RESULTADOS

Os resultados foram divididos em duas partes. Na primeira, foi feita uma análise da emissão de CO<sub>2</sub> e dos investimentos ao longo do tempo, diferenciando para países com maior renda e com menor renda. Posteriormente, foram explorados os resultados encontrados pelo modelo de painel dinâmico.

#### 4.1 ANÁLISE DA EMISSÃO DE CO<sub>2</sub> E DOS INVESTIMENTOS AO LONGO DO TEMPO

Ao longo do período analisado, com base na Figura 1, é possível perceber que há uma leve tendência de aumento da média da emissão de CO<sub>2</sub> *per capita* para os países com maior renda. Enquanto para os países com baixa renda, não se visualiza uma tendência da média da emissão de CO<sub>2</sub> *per capita*, isto é, ela se apresenta, de forma geral, constante ao longo do tempo.

**Figura 1 – Média da emissão de CO<sub>2</sub> per capita para países da amostra distribuídos pela renda, 1990-2014 (em toneladas métricas)**



Fonte: Dados da pesquisa.

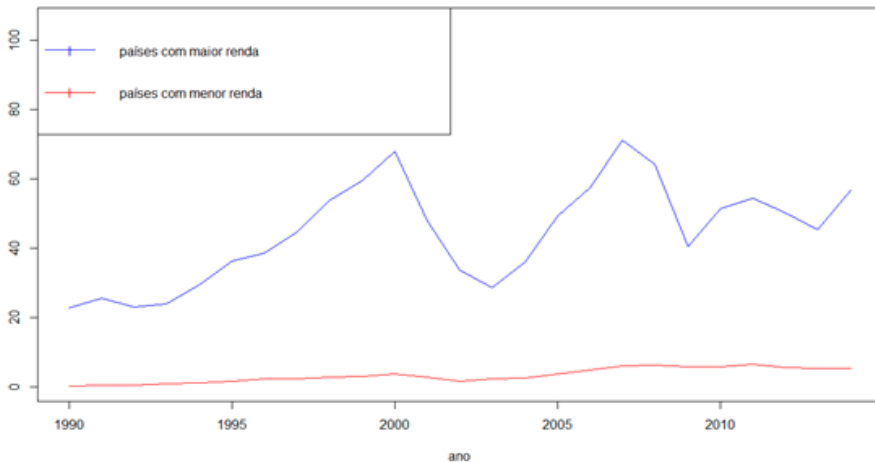
De maneira geral, a emissão *per capita* média de CO<sub>2</sub> é maior para países com renda maior, do que para países com renda menor, devido à sua relação com o PIB desses países. Uma maior produção de bens, especialmente em termos de volume total de produção, pode ser responsável pela ampliação na emissão de CO<sub>2</sub> naquele local. Contudo, para os países mais ricos, é possível perceber uma diminuição da média da emissão de CO<sub>2</sub> *per capita* em 2008, a qual pode ter ocorrido devido à queda do PIB *per capita* de vários países, ocasionado pela eclosão da crise. De acordo com o *Global Carbon Project*, a crise econômica mundial levou a uma redução de 1,3% na produção mundial de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) proveniente da queima de combustíveis fósseis em 2009 (CAMARA, 2010). De 2008 para 2009, o PIB de muitos países conseguiu se recuperar, resultando em um consequente aumento da emissão de CO<sub>2</sub>.

Conforme a Figura 2, observa-se o número dos investimentos *brownfield* entre 1990 e 2014, de acordo com a renda do país. A partir de 1990 há um constante

aumento desses investimentos, atingindo um momento de pico em 2000. Após esse período, há uma tendência de queda em que, os investimentos em fusões e aquisições nos países com maior renda, atingem um dos menores valores em toda a série no ano de 2003. Isso pode ser explicado pelo fraco desempenho econômico de muitas economias na época, inclusive na Europa, fazendo com que os investimentos interno e externo ficassem deprimidos. As empresas que operam em economias com baixo desempenho macroeconômico são menos atraentes para investidores externos e podem, ao mesmo tempo – pelo menos na medida em que sua lucratividade é afetada – reduzir seu investimento externo também (CHRISTIANSEN; BERTRAND, 2003).

Outro motivo para a atividade limitada do IDE é que vários setores visualizaram um investimento transfronteiriço desenfreado no final dos anos 1990 e 2000 e, a partir dessa época, entraram em uma fase de consolidação. As empresas tendem a não embarcar em novas aquisições enquanto ainda estão no processo de integrar aquisições estrangeiras dos últimos anos em suas estratégias corporativas.

**Figura 2 – Média do número de investimentos *brownfield* distribuídos pela renda, 1990-2014**



Fonte: Dados da pesquisa

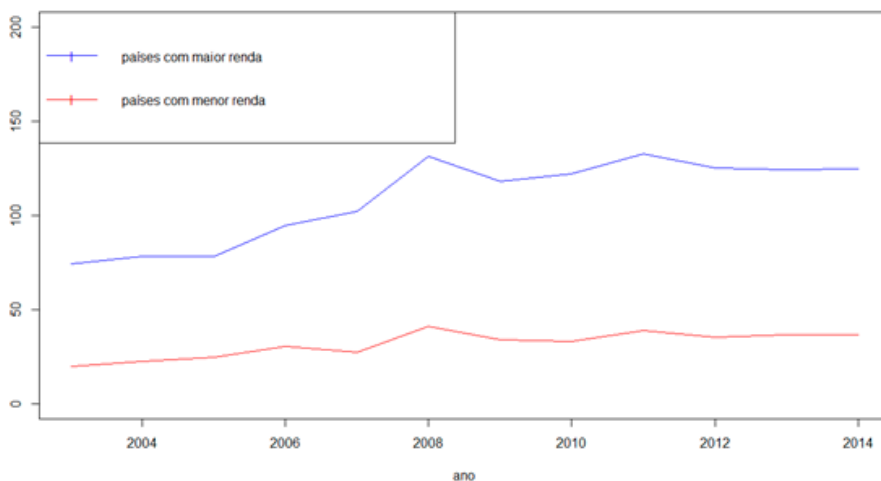
O número de investimentos *brownfield* atingiu seu ápice em 2007. Tal fato se deve à melhoria da economia na década de 2000, em que as empresas estavam cada vez mais interessadas em comprar e vender ativos, ocasionando um aumento das fusões e aquisições (RODRIGUES, 2009).

Quando eclodiu a crise, que mostrou suas principais consequências em 2009, observa-se que as economias com maior renda sentiram muito mais em termos de

investimento. Enquanto, para os países com menor renda, observou-se um pequeno aumento do número de investimentos *brownfield* entre 1990 e 2014. Por causa da recessão, as economias mais desenvolvidas perderam um pouco de sua força econômica, devido à instabilidade que atingiu esses países. Sendo assim, economias menos desenvolvidas puderam melhorar seus resultados em vários cenários e se tornaram, portanto, destino para investimentos externos. (RODRIGUES, 2009).

De acordo com a Figura 3, observa-se que há uma suave tendência de aumento nos investimentos *greenfield*, tanto para países com maior renda, quanto para os de menor renda. É evidente, assim, que os investidores estão cada vez mais propensos a expandir o capital em países com menor renda, seja pela ampliação do mercado, como também para usufruir de custos baixos de instalações. No entanto, os IDE em *greenfield* apresentam menos oscilações que os investimentos em *brownfield*.

**Figura 3 – Média do número de investimentos *greenfield*, distribuídos pela renda, 2003-2014**



Fonte: Dados da pesquisa

#### **4.2 EFEITOS DOS IDE GREENFIELD E BROWNFIELD SOBRE A EMISSÃO DE CO<sub>2</sub> EM DIFERENTES NÍVEIS DE RENDA**

Segundo Rodrigues (2012), com a finalidade de que o modelo apresente bom ajustamento, deve-se realizar após a estimação o teste de autocorrelação de Arellano e Bond. Esse teste é feito utilizando o resíduo em diferença e as hipóteses a serem testadas são em relação à ausência de correlação serial de primeira e segunda ordem. Deve-se rejeitar a primeira hipótese e não rejeitar a segunda.

A partir da Tabela 1, para os dois modelos, o teste AR (2) sugere que não se pode rejeitar a hipótese nula, indicando que não existe correlação serial significativa no termo de interferência do modelo. Tais resultados demonstram que os parâmetros estimados possuem consistência e os seus valores observados tendem para os seus verdadeiros valores na população. O teste de Sargan avalia a validade conjunta dos instrumentos. A hipótese nula do teste é que as variáveis instrumentais e os resíduos não são correlacionados e os instrumentos podem ser utilizados no modelo. Com base nos resultados, não é possível rejeitar a hipótese nula, confirmando que os instrumentos utilizados são válidos.

O modelo (1) se refere a países com maior renda, enquanto o modelo (2) é para os países com menor renda. A estimação por MQO produz resultados tendenciosos, por isso, serão analisados apenas os resultados para o método GMM.

Tanto para o modelo (1) quanto para o modelo (2), infere-se que a variável  $CO_2$  per capita defasada em um período foi significativa a 1% e positivamente relacionada com a emissão de  $CO_2$  no período atual. Isso quer dizer que um aumento em 1% na emissão de  $CO_2$  per capita defasada vai gerar, em média, um aumento em 0,74% (modelo 1) e 0,75% (modelo 2) na emissão de  $CO_2$  presente, mantendo a influência das outras variáveis constantes.

É possível perceber que, a variável de interesse *brownfield* não possui significância estatística na emissão de  $CO_2$  para países com maior renda. Por outro lado, para países com menor renda, a variável se torna significativa ao nível de 10%. Isso indica que uma expansão em 1% no número de investimentos *brownfield* está relacionado com um aumento, em média, de 0,02% na emissão de  $CO_2$  per capita nos países com renda menor, mantendo constante a influência das outras variáveis. Tal resultado confirma com o que era esperado neste trabalho e corrobora o que outros autores também encontraram. Foi encontrada uma relação positiva entre investimento e emissão de  $CO_2$ , como Blanco, Gonzalez e Ruiz (2011) verificaram para as economias da América do Sul. Jiang (2015) também observou que o IDE aumenta as emissões de  $CO_2$  na região chinesa.

Esse resultado pode ser explicado por meio de duas vertentes. A primeira afirma a influência do IDE na economia através de um efeito escala, que ocorre por meio de um aumento da produção no país. Por se tratar de países mais pobres e, provavelmente, com bases produtivas menos sofisticadas, se os investimentos forem realizados em bens com menor conteúdo tecnológico e/ou setores primários e baseados em recursos naturais, isso pode gerar um aumento da emissão de  $CO_2$ . Trabalhos recentes têm encontrado que a produção de bens mais sofisticados contribui para a redução da emissão de gases de efeito estufa (NEAGU, 2019; MEALY, TEITELBOYM, 2020; ROMERO, GRAMKOW, 2021).

A segunda pode ser a influência de investimentos voltados aos refúgios de poluição, pelo fato de alguns países de menor renda possuírem legislações ambientais menos rígidas, influenciando na expansão da poluição. Como encontrado por Ben-David et al. (2021),



empresas sediadas em países com políticas ambientais rígidas realizam suas atividades poluentes no exterior, em países com políticas relativamente mais fracas.

O PIB *per capita* foi significativo ao nível de 1% para os países com maior renda e ao nível de 10% para os países com menor renda, todos com sinal conforme o esperado. As variáveis industrialização e urbanização não foram significativas para os dois tipos de amostra. A variável energia renovável foi significativa apenas para os países com renda maior, apresentando significância ao nível de 10%. Esse resultado sugere que a utilização de energias renováveis para os países de maior renda tem uma relação negativa com a emissão de CO<sub>2</sub>. Contudo, para os países de menor renda, a variável energia renovável não foi significativa, sugerindo que a utilização de energias limpas pode não ter influência em países menos desenvolvidos, já que eles geralmente apresentam proporção baixa de utilização de fontes de energia limpas.

**Tabela 1 – Efeitos dos investimentos *brownfield* e de algumas variáveis de controle sobre a emissão de CO<sub>2</sub> per capita, 1990-2014**

Variáveis	Países com maior renda (1)		Países com menor renda (2)	
	MQO	GMM	MQO	GMM
ln(CO <sub>2</sub> <sub>t-1</sub> )	0.9234*** (156.07)	0.7440*** (8.29)	0.9495*** (143.41)	0.7587*** (8.99)
ln( <i>brownfield</i> <sub>it</sub> )	0.0049** (2.54)	0.0032 <sup>NS</sup> (0.53)	-0.01597*** (3.57)	0.0228* (1.87)
ln(urb <sub>it</sub> )	-0.0450*** (-5,21)	-0.0907 <sup>NS</sup> (-1.47)	-0.0011 <sup>NS</sup> (-0.11)	-0.0959 <sup>NS</sup> (-0.61)
ln(PIBpercapita <sub>it</sub> )	0.0340*** (7.13)	0.1557*** (2.74)	-0.0452*** (5.46)	0.2714* (1.74)
ln(ind <sub>it</sub> )	0.0384*** (4,85)	-0.0890 <sup>NS</sup> (1.58)	0.02170** (2.28)	0.0265 <sup>NS</sup> (0.66)
ln(energia <sub>it</sub> )	-0.0129*** (-6,70)	-0.0327* (-1.92)	-0.0135*** (-2.78)	-0.1055 (-1.30)
Constante	-0.0704 <sup>NS</sup> (-1.19)	-0.9267* (-1.89)	-0.4039*** (-5.75)	-1.4428* (-1.79)
Efeito-fixo de ano	Sim	Sim	Sim	Sim
Nº Obs	1942	1942	1529	1529
Teste AR(1)	-	-4.7276***	-	-3.8375***
Teste AR(2)	-	0.5680 <sup>NS</sup>	-	-0.5574 <sup>NS</sup>
Teste Sargan	-	66.3527 <sup>NS</sup>	-	35.4839 <sup>NS</sup>

Nota: (\*\*\*) significativo a 1%; (\*\*) significativo a 5%; (\*) significativo a 10% NS – Não significativo. Os erros padrão são robustos para a correção de heterocedasticidade. As variáveis ln(*brownfield*), ln(urb) e ln(ind) foram assumidas como endôgenas no método GMM.

Fonte: Resultados da pesquisa.

A Tabela 2 apresenta os resultados para a influência dos investimentos *greenfield* na emissão de CO<sub>2</sub> e nas variáveis de controle, de acordo com o nível de renda de cada país. Para os dois modelos, a variável CO<sub>2</sub> per capita defasada em um período foi significativa a 1% e positivamente relacionada com a emissão de CO<sub>2</sub> no período atual. Isso quer dizer que um aumento em 1% na emissão de CO<sub>2</sub> per capita defasada vai gerar, em média, um aumento em 0,83% (modelo 1) e 0,88% (modelo 2) na emissão de CO<sub>2</sub> presente, mantendo constante a influência das outras variáveis.

O investimento *greenfield* apresentou significância estatística apenas para o modelo 2, em que os países são de menor renda. Esse resultado, da mesma forma que na Tabela 1, sugere que os investimentos em países com maior renda, ao provavelmente serem estimulados ao desenvolvimento de tecnologias e, dentre elas, as limpas, não possuem relação com a emissão de CO<sub>2</sub> per capita. Por outro lado, o investimento *greenfield* em países com renda menor podem não conseguir melhorar as tecnologias e, dessa forma, influenciar em um aumento da emissão de CO<sub>2</sub> per capita.

Esses resultados confirmam o que foi encontrado por Grimes e Kentor (2003), que relataram que o investimento estrangeiro direto aumenta a poluição ambiental em países menos desenvolvidos. Para Grimes e Kentor (2003), esse efeito é impulsionado pela difusão global da produção que ocorreu nos últimos anos de várias maneiras. Primeiro, segundo os autores, o investimento estrangeiro das empresas transnacionais está concentrado em indústrias de consumo de energia. Em segundo lugar, esse aumento na produção e comercialização de commodities, embora economicamente eficiente, aumenta a quantidade de transporte envolvida na fabricação geral de mercadorias. Em terceiro lugar, os países os quais receberam o processo produtivo, possuem infraestruturas domésticas fracas e, como consequência, há uma produção menos eficiente de energia. Além disso, a influência do capital doméstico é pequena e a maior parte da utilização e compra de equipamentos necessários para uma produção altamente automatizada – e de grande consumo de energia – é feita pelo capital estrangeiro. Por fim, as empresas estrangeiras podem estar menos interessadas em investir em controles de poluição para produção em países menos desenvolvidos, que tendem a ter menos controles ambientais (GRIMES; KENTOR, 2003).

**Tabela 2 – Efeitos dos investimentos *greenfield* e de algumas variáveis de controle sobre a emissão de CO<sub>2</sub> per capita, 2003-2014**

Variáveis	Países com maior renda (1)		Países com menor renda (2)	
	MQO	GMM	MQO	GMM
ln (CO <sub>2</sub> <sub>t-1</sub> )	0.9710***	0.8380***	0.9624***	0.8882***
	-.147.35	16.49	-.115.13	-.14.70

(Cont.)

**Tabela 2 – Efeitos dos investimentos *greenfield* e de algumas variáveis de controle sobre a emissão de CO<sub>2</sub> per capita, 2003-2014 - (CONTINUAÇÃO)**

Variáveis	Países com maior renda (1)		Países com menor renda (2)	
	MQO	GMM	MQO	GMM
ln ( <i>greenfield</i> <sub>it</sub> )	0.0023 <sup>NS</sup>	0.0034 <sup>NS</sup>	0.0093 <sup>***</sup>	0.0181 <sup>**</sup>
	-1.39	0.65	-2.66	1.96
ln (urb <sub>it</sub> )	-0.0097 <sup>NS</sup>	-0.0099 <sup>NS</sup>	0.0089 <sup>NS</sup>	0.1653 <sup>**</sup>
	-1.07	-0.13	0.74	2.17
ln ( <i>PIBpercapita</i> <sub>it</sub> )	-.0.0007 <sup>NS</sup>	0.1009 <sup>***</sup>	0.0209 <sup>**</sup>	0.0822 <sup>NS</sup>
	-0.14	3.00	2.00	-1.59
ln (ind <sub>it</sub> )	0.0196 <sup>***</sup>	0.0948 <sup>***</sup>	0.0149 <sup>NS</sup>	0.0170 <sup>NS</sup>
	2.64	3.27	1.37	0.72
ln (energia <sub>it</sub> )	-.0.0074 <sup>***</sup>	-0.0214 <sup>*</sup>	-.0.0088 <sup>NS</sup>	-0.02133 <sup>NS</sup>
	-3.75	-1.94	-1.50	-0.57
Constante	0.0567 <sup>NS</sup>	-0.9131 <sup>**</sup>	-0.2042 <sup>**</sup>	-1.2403 <sup>**</sup>
	1.00	-2.51	-.2.32	-.2.19
Efeito-fixo-ano	Sim	Sim	Sim	Não
Nº Obs	1030	1030	742	742
Teste AR(1)	-	-4.7188 <sup>***</sup>	-	-4.4751 <sup>***</sup>
Teste AR(2)	-	0.5969 <sup>NS</sup>	-	0.7097 <sup>NS</sup>
Teste Sargan	-	83.4550 <sup>NS</sup>	-	66.7672 <sup>NS</sup>

Nota:\*\*\*significativo a 1%; \*\* significativo a 5%; \*significativo a 10% NS – Não significativo. Os erros padrão são robustos para a correção de heterocedasticidade. As variáveis ln(*greenfield*), ln(*urb*) e ln(*ind*) foram assumidas como endógenas no método GMM.

Fonte: Resultados da pesquisa.

A hipótese relacionada aos refúgios de poluição corrobora esses resultados. Conforme Asghari (2013), essa ideia presume que os diferenciais de custo de produção são um estímulo suficiente para que as empresas possam realocar suas instalações de produção. Sendo assim, um regime regulatório mais rigoroso para os padrões ambientais aumentará os custos de produção através de requisitos para novos equipamentos, a necessidade de encontrar métodos alternativos para o descarte de resíduos devido a regras contra aterros sanitários e restrições a insumos. Portanto, é do interesse das empresas realocar suas atividades de produção para países com regulamentações ambientais menos rigorosas, principalmente em economias menos desenvolvidas (BEN-DAVID et al., 2021).

No modelo 1, para países com maior renda, sugere-se que quanto mais industrializado o país é, maior será a emissão de CO<sub>2</sub>. Esse resultado está em conformidade com o encontrado por Shao (2017). Além disso, há também uma relação significativa e positiva entre PIB *per capita* com a emissão de CO<sub>2</sub> *per capita*, ao nível de significância de 1%. E uma associação negativa da utilização de energia renovável com a emissão de CO<sub>2</sub>, já indicado por Sanquetta et al. (2017).

Para o modelo 2, o coeficiente da variável urbanização foi significativo, com o nível de 5%, sugerindo uma relação positiva da urbanização com a emissão de CO<sub>2</sub> *per capita* em países com menor renda. Essa relação entre urbanização e emissão de CO<sub>2</sub> pode ser ambígua. Um dos motivos para ela ter sido significativa e positiva para países com menor renda e não significativa para países com maior renda é devido à sua relação com economias de escala. A urbanização pode ter relação negativa com a poluição, devido ao desenvolvimento de economias de escala, que permitem a produção com a menor utilização de insumos, segundo Torras e Boyce (1998). Sendo assim, economias que não conseguem atingir esse nível de produção eficiente – como, muitas vezes, países menos desenvolvidos –, a urbanização atua como fator de aumento da emissão de CO<sub>2</sub>.

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho se propôs a analisar a relação existente entre os investimentos do tipo *greenfield* e *brownfield* com a emissão de CO<sub>2</sub> para todos os países do mundo, dividindo-os entre aqueles que possuem maior renda e menor renda.

Como resultado, foi encontrado que os investimentos *brownfield* e *greenfield* não apresentaram influência significativa sobre a emissão de CO<sub>2</sub> *per capita* para países com maior renda. Por esse resultado, não é possível mensurar qual dos dois possui um efeito maior sobre a poluição. Por outro lado, os resultados sugerem uma relação positiva entre os investimentos *brownfield* e *greenfield* para países com menor renda. Portanto, uma explicação é uma influência maior do efeito escala – através do aumento da produção. Outra explicação seria com relação aos refúgios de poluição e legislações ambientais menos rígidas em países de menor renda. Assim, isso poderia esclarecer o motivo de que os aumentos nos investimentos *brownfield* e *greenfield* não terem apresentado influência sobre a emissão de CO<sub>2</sub> em países mais ricos e, por outro lado, terem gerado um aumento de poluição em países em desenvolvimento.

Estudos nesse sentido podem ajudar a entender a relação entre o tipo de IDE e o nível de poluição e, ao mesmo tempo, indicar um problema. Enquanto o investimento pode ser benéfico para o desenvolvimento econômico do país, ele pode ser responsável pela maior poluição do ambiente. Portanto, os países devem se atentar aos tipos de

investimentos que são transferidos para suas economias, principalmente as menos desenvolvidas. Alguns autores sugerem a existência de refúgios de poluição nesses países, por geralmente possuírem legislações ambientais menos rigorosas. Dessa forma, deve-se estimular investimentos que consigam desenvolver tecnologias mais limpas, com a finalidade de promover o desenvolvimento econômico, mas sem aumentar a degradação ambiental.

Como sugerido por Shahbaz et al. (2015), os países menos desenvolvidos devem criar e aplicar leis ambientais mais rigorosas, além de procurar incentivar o uso de tecnologias favoráveis ao meio ambiente. Também são necessárias medidas para deixar de conceder licenças a indústrias poluentes, como cimento, empresas de gesso e fundições, que emitem mais emissões de CO<sub>2</sub> comparativamente com outras.

Existem muitos trabalhos que tentam entender a relação dos investimentos com o crescimento econômico dos países a que se destinam. Contudo, é fundamental compreender que esses investimentos podem aumentar os índices de poluição do país, principalmente se for comprovado que ele está sendo utilizado como refúgio de poluição e, dessa forma, contribuindo de forma negativa ao meio ambiente do país.

## REFERÊNCIAS

- ACHARYYA, J. FDI, growth and the environment: Evidence from India on CO<sub>2</sub> emission during the last two decades. *Journal of Economic Development*, v. 34, n. 1, p. 43-58, 2009. Disponível em: <http://www.jed.or.kr/full-text/34-1/3.pdf>. Acesso em: 9 mar. 2022.
- ALIYU, M. A. Foreign direct investment and the environment: Pollution haven hypothesis revisited. In: Annual Conference on Global Economic Analysis, 8, 2005, Lübeck. *Anais [...]*, Indiana: Purdue University, 2005, p. 9-11. Disponível em: <https://www.gtap.agecon.purdue.edu/resources/download/2131.pdf>. Acesso em: 9 mar. 2002.
- ASGHARI, M. Does FDI promote MENA region's environment quality? Pollution halo or pollution haven hypothesis. *International Journal of Scientific Research in Environmental Sciences*, v. 1, n. 6, p. 92-100, 2013.
- ASHRAE, A. *The Effects of Greenfield FDI and Cross-Border M&As on Government Size*. Alemanha: University Library of Munich, 2015.
- BAYAR, Y. Greenfield and Brownfield Investments and Economic Growth: Evidence from Central and Eastern European Union Countries. *Our economy*, v. 63, n. 3, p. 19-26, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1515/ngoe-2017-0015>.
- BEN-DAVID, I. et al. Exporting pollution: Where do multinational firms emit CO<sub>2</sub>? *Economic Policy*, v. 36, n. 107, p. 377-437, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1093/epolic/eiab009>
- BLANCO, L.; GONZALEZ, F.; RUIZ, I. The impact of FDI on CO<sub>2</sub> emissions in Latin America. *Oxford Development Studies*, v. 41, n. 1, p. 104-121, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1080/13600818.2012.732055>.

- CALDERÓN, C.; LOAYZA, N.; SERVÉN, L. Greenfield foreign direct investment and mergers and acquisitions: feedback and macroeconomic effects. *The World Bank*, n. 3192, p. 1-31, 2004. Disponível em: <https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/13941/325780wps3192.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 9 mar. 2022.
- CAMARA, E. B. Crise reduziu emissão de CO2 em 1,3% em 2009, diz estudo. *BBC News*, 22 nov. 2010. Disponível em: [https://www.bbc.com/portuguese/ciencia/2010/11/101122\\_quedaco2ebc.shtml](https://www.bbc.com/portuguese/ciencia/2010/11/101122_quedaco2ebc.shtml). Acesso em: 27 mar. 2018.
- CHRISTIANSEN, H.; BERTRAND, A. *Trends and recent developments in foreign direct investment*. Paris: OCDE, 2004. Disponível em: <https://www.oecd.org/daf/inv/investmentstatisticsandanalysis/32230032.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2018.
- DE MELLO, L. R. Foreign direct investment-led growth: evidence from time series and panel data. *Oxford Economic Papers*, v. 51, n. 1, p. 133-151, 1999. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/3488595>. Acesso em: 10 mar. 2022.
- FEENSTRA, R. C.; TAYLOR, A. M. *Internacional Economics*. New York: Worth Publishers, 2014.
- GIVENS, J. E. Urbanization, slums, and the carbon intensity of well-being: implications for sustainable development. *Human Ecology Review*, v. 22, n. 1, p. 107-128, 2015. Disponível em: <http://press-files.anu.edu.au/downloads/press/p334233/html/ch07.xhtml?referer=&page=11>. Acesso em: 10 mar. 2022.
- GRIMES, P.; KENTOR, J. Exporting the greenhouse: foreign capital penetration and CO<sub>2</sub> Emissions 1980-1996. *Journal of World-Systems Research*, v. 9, n. 2, p. 261-275, 2003. DOI: <https://doi.org/10.5195/jwsr.2003.244>.
- HARMS, P.; MEÓN, P. Good and bad FDI: The growth effects of greenfield investment and mergers and acquisitions in developing countries. In: ETSG Annual Conference, 14., 2014, KU Leuven. *Anais [...]*. Leuven: European Trade Study Group, 2014. p. 1-36.
- JIANG, Y. Foreign direct investment, pollution, and the environmental quality: a model with empirical evidence from the Chinese regions. *The International Trade Journal*, v. 29, n. 3, p. 212-227, 2015. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/08853908.2014.1001538>. Acesso em: 10 mar. 2022.
- LEE, J. W. The contribution of foreign direct investment to clean energy use, carbon emissions and economic growth. *Energy Policy*, v. 55, p. 483-489, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2012.12.039>.
- LI, T.; WANG, Y.; ZHAO, D. Environmental Kuznets curve in China: new evidence from dynamic panel analysis. *Energy Policy*, v. 91, p. 138-147, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2016.01.002>.
- LIST, J. A.; CO, C. Y. The effects of environmental regulations on foreign direct investment. *Journal of Environmental Economics and Management*, v. 40, n. 1, p. 1-20, 2000. DOI: <https://doi.org/10.1006/jeeem.1999.1095>.
- LIU, X.; ZOU, H. The impact of greenfield FDI and mergers and acquisitions on innovation in Chinese high-tech industries. *Journal of World Business*, v. 43, n. 3, p. 352-364, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jwb.2007.11.004>.
- MABEY, N.; MCNALLY, R. *Foreign direct investment and the environment*. Woking: World Wildlife Foundation, 1999.

- MEALY, P.; TEYTELBOYM, A. Economic complexity and the green economy. *Research Policy*, p. 103948, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.respol.2020.103948>.
- NEAGU, O. The link between economic complexity and carbon emissions in the European Union countries: a model based on the Environmental Kuznets Curve (EKC) approach. *Sustainability*, v. 11, n. 17, p. 4753, 2019. DOI: <https://doi.org/10.3390/su11174753>.
- PANAYOTOU, T. Demystifying the environmental Kuznets curve: turning a black box into a policy tool. *Environment and development economics*, v. 2, n. 4, p. 465-484, 1997. DOI: <https://doi.org/10.1017/S1355770X97000259>.
- RODRIGUES, P. C. S. F. N. *Fusões e aquisições internacionais e Investimentos de raiz: determinantes macroeconômicos e efeitos sobre o crescimento*. 2009. 214 f. Tese (Doutorado em Ciências Empresariais) – Faculdade de Economia, Universidade do Porto, Portugal, 2009.
- RODRIGUES, L. A. *Efeitos das mudanças climáticas na demanda de energia elétrica no Brasil*. 2012. 66f. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada) – Departamento de Economia Rural, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2012.
- ROMERO, J. P.; GRAMKOW, C. Economic complexity and greenhouse gas emissions. *World Development*, v. 139, p. 105317, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2020.105317>.
- ROODMAN, D. How to do xtabond2: an introduction to 'difference' and 'system GMM in STATA' *Center for Global Development Working Paper*, n. 103, p. 1-48, 2006.
- SILVA, F. A. *Comércio internacional e crescimento econômico: uma análise considerando os setores e assimetria de crescimento dos estados brasileiros*. 2014. 93f. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada) – Departamento de Economia Rural, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2014.
- SANQUETTA, C. R. et al. Emissões de dióxido de carbono associadas ao consumo de energia elétrica no Paraná no período 2010-2014. *BIOFIX Scientific Journal*, v. 2, n. 1, p. 1-6, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/biofix.v2i1.50095>.
- SHAHBAZ, M. et al. Does foreign direct investment impede environmental quality in high-, middle-, and low-income countries?. *Energy Economics*, v. 51, p. 275-287, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2015.06.014>.
- SHAO, Y. Does FDI affect carbon intensity? New evidence from dynamic panel analysis. *International Journal of Climate Change Strategies and Management*, v. 10, n. 1, p. 27-42, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1108/IJCCSM-03-2017-0062>.
- TALUKDAR, D.; MEISNER, C. M. Does the private sector help or hurt the environment? Evidence from carbon dioxide pollution in developing countries. *World Development*, v. 29, n. 5, p. 827-840, 2001. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0305-750X\(01\)00008-0](https://doi.org/10.1016/S0305-750X(01)00008-0).
- TANG, J. Testing the pollution haven effect: Does the type of FDI matter? *Environmental and Resource Economics*, v. 60, n. 4, p. 549-578, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10640-014-9779-7>.
- TORRAS, M.; BOYCE, J. K. Income, inequality, and pollution: a reassessment of the environmental Kuznets curve. *Ecological Economics*, v. 25, n. 2, p. 147-160, 1998. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(97\)00177-8](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(97)00177-8).
- UNCTAD – UNITED NATIONS CONFERENCE ON TRADE AND DEVELOPMENT. *World Investment Report 2000: Cross-border mergers and acquisitions and development*. Geneva: UN, 2000.

UNCTAD – UNITED NATIONS CONFERENCE ON TRADE AND DEVELOPMENT. Statistics. Data Center. *Foreign direct investment*. UN, 2017. Disponível em: <https://unctad.org/statistics>. Acesso em: 3 out. 2017.

WANG, M.; WONG, S. What drives economic growth? The Case of Cross-Border M&A and Greenfield FDI Activities. *Kyklos*, v. 62, n. 2, p. 316-330, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1467-6435.2009.00438.x>.

WORLD BANK. *New country classifications by income level: 2017-2018*. 2017a. Disponível em: <https://blogs.worldbank.org/opendata/new-country-classifications-income-level-2017-2018>. Acesso em: 3 out. 2017.

WORLD BANK. *World Development Indicators*. Databank. Indicators. Emissões de CO2. [On-line] The World Bank, 2017b. Disponível em: <https://databank.worldbank.org/home.aspx>. Acesso em: 3 out. 2017.

ZHANG, C.; ZHOU, X. Does foreign direct investment lead to lower CO2 emissions? Evidence from a regional analysis in China. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 58, p. 943-951, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.12.226>.



## APÊNDICE 1

A amostra de países com as maiores rendas é composta por 99 países, que são: Albânia, Argélia, Andorra, Argentina, Austrália, Áustria, Azerbaijão, Barbados, Bielorrússia, Bélgica, Belize, Bermudas, Bósnia e Herzegovina, Botswana, Brasil, Brunei, Bulgária, Canadá, Chile, China, Colômbia, Costa Rica, Croácia, Cuba, Chipre, República Checa, Dinamarca, Dominica, República Dominicana, Equador, Estônia, Fiji, Finlândia, França, Gabão, Alemanha, Grécia, Groelândia, Guiana, Hong Kong, Hungria, Islândia, Irã, Irlanda, Israel, Itália, Jamaica, Japão, Cazaquistão, Coreia, Kuwait, Letônia, Líbano, Líbia, Lituânia, Luxemburgo, Macau, Malásia, Maldivas, Malta, Ilhas Marshall, Maurícia, México, Montenegro, Namíbia, Holanda, Nova Zelândia, Noruega, Omã, Panamá, Paraguai, Peru, Polônia, Portugal, Catar, Romênia, Rússia, Arábia Saudita, Sérvia, Seicheles, Singapura, Eslováquia, Eslovênia, África do Sul, Espanha, São Cristóvão e Nevis, Santa Lúcia, São Vicente e Granadinas, Suriname, Suécia, Suíça, Tailândia, Trindade e Tobago, Turquia, Turquemenistão, Reino Unido, Estados Unidos, Uruguai e Venezuela.

E a amostra de países com as menores rendas é composta por 71 países, que são: Angola, Armênia, Bangladesh, Benim, Butão, Bolívia, Burkina Faso, Burundi, Cabo Verde, Camboja, Camarões, República Centro-Africana, Chade, República Democrática do Congo, República do Congo, Costa do Marfim, Egito, El Salvador, Eritreia, Etiópia, Gâmbia, Geórgia, Gana, Guatemala, Guiné, Haiti, Honduras, Índia, Indonésia, Jordânia, Quênia, Quirguistão, Laos, Lesoto, Libéria, Madagascar, Malawi, Mauritânia, Estados Federativos da Micronésia, Moldávia, Mongólia, Marrocos, Moçambique, Myanmar, Nepal, Nicarágua, Níger, Nigéria, Paquistão, Papua-Nova Guiné, Filipinas, Ruanda, Senegal, Serra Leoa, Ilhas Salomão, Sri Lanka, Sudão, Suazilândia, Síria, Tadjiquistão, Tanzânia, Togo, Tunísia, Uganda, Ucrânia, Uzbequistão, Vanuatu, Vietnã, Iémen, Zâmbia, Zimbabwe.