

Inspere
Faculdade de Economia

Mariana Rodrigues Saito

**Como os tributos verdes impactam o crescimento econômico: uma análise entre os
diferentes determinantes.**

São Paulo

2021

Mariana Rodrigues Saito

Como os tributos verdes impactam o crescimento econômico: uma análise entre os diferentes determinantes.

TCC apresentado ao programa de Graduação em Economia como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em economia.

Orientadora: Prof. Juliana Inhasz

São Paulo

2021

Saito, Mariana Rodrigues

Como os tributos verdes impactam o crescimento econômico: uma análise entre os diferentes determinantes / Mariana Rodrigues Saito – São Paulo, Insper, 2021.

45 f.

Monografia – Insper, 2021

Orientadora: Juliana Inhasz

1. Imposto verde. 2. Duplo dividendo. 3. PIB per capita. I. Mariana Saito. II. Como os tributos verdes impactam o crescimento econômico: uma análise entre os diferentes determinantes.

Mariana Rodrigues Saito

Como os tributos verdes impactam o crescimento econômico: uma análise entre os diferentes determinantes.

TCC apresentado ao programa de Graduação em Economia como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em economia.

Orientadora: Prof. Juliana Inhasz

Banca Examinadora

Prof. Dra. Juliana Inhasz
Orientadora

Prof. Darcio Genicolo Martins
Examinador

Inspere

Dedicatória

Dedico este trabalho ao meus pais e à minha família que me ampararam por todo o meu caminho. Dedico também aos meus amigos e professores que enriqueceram minha trajetória na faculdade.

Agradecimentos

Agradeço à minha coordenadora, a Professora Juliana Inhasz por ter aceitado acompanhar-me neste projeto. O seu suporte foi essencial para a continuidade do trabalho à medida que as dificuldades surgiram ao longo do percurso.

Resumo

Com vista às crescentes demandas internacionais por mais medidas de proteção ambiental, busca-se encontrar por meio deste trabalho como a implementação de impostos verdes afetam a economia no curto e longo prazo. Além disso, procura-se entender se a reutilização das receitas de tal imposto na diminuição de impostos distorcionários resulta em um segundo dividendo sobre a economia.

Para isso foi utilizado um modelo de efeitos aleatórios correlacionados, desenvolvido por Wooldridge (2010) para um painel de 37 países. Com isso, foi encontrado que o imposto verde apresenta um efeito negativo sobre a economia no curto e longo prazo. Contudo, tudo o mais constante, o efeito contextual do imposto verde apresentou efeitos positivos no crescimento econômico individual.

Palavras-chave: imposto verde, duplo dividendo, PIB per capita

Abstract

In view of the growing international demands for more environmental protection measures, this work seeks to find out how the implementation of green taxes affects the economy in the short and long term. In addition, it seeks to understand whether the reuse of environmental tax revenues to reduce distortionary taxes results in a second dividend on the economy.

For this, it was used a model of correlated random effects, developed by Wooldridge (2010), for a panel of 37 countries. Thus, it was found that green tax has a negative effect on the economy in the short and long term. However, all other things being constant, the contextual effect of the green tax showed positive effects on individual economic growth.

Keywords: environmental tax, double dividend, GDP per capita

Lista de Ilustrações

Gráfico 1 - Crescimento Econômico e Receitas do Imposto Verde Em 2019, por Países que Reciclam ou Não o Imposto	26
Gráfico 2 - Taxa de Crescimento da Receita de Imposto Verde em % do PIB e Taxa de Crescimento de Número de Pedidos de Patentes, em Média.....	26
Figura 1 – Matriz de Correlação.....	28

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Estatísticas Descritivas.....	27
Tabela 2 – Teste De Wald	31
Tabela 3 – Teste De Raiz Unitária	31
Tabela 4 – Regressão Para Curto e Longo Prazo.....	33
Tabela 5 – Regressão de Curto Prazo entre os Grupos que Reciclam e Não Reciclam o Imposto Verde.....	34

Sumário

1	INTRODUÇÃO	12
2	REVISÃO DA LITERATURA	16
3	METODOLOGIA.....	19
3.1	PIB per capita	20
3.2	Imposto verde	20
3.3	Força de trabalho e investimento em capital fixo.....	21
3.4	Capital humano.....	22
3.5	Pesquisa e desenvolvimento (P&D)	22
3.6	Variáveis Fiscais: Balanço orçamentário discrecionado por distorção e produtividade ..	23
3.7	Variáveis macroeconômicas: Inflação e balança comercial	24
4	ANÁLISE EMPÍRICA.....	25
4.1	Amostra e dados	25
4.2	Modelo Econométrico	28
5	RESULTADOS	31
6	CONCLUSÃO.....	37
7	REFERÊNCIAS	38
	APÊNDICE A – DESCRIÇÃO E FONTE DAS VARIÁVEIS	43
	APÊNDICE B – ANÁLISE DE RESÍDUOS.....	45

1 Introdução

Recentemente, no Brasil, as discussões sobre a reforma tributária levantaram também a hipótese da implementação do imposto verde. Um artigo feito por Borges (2020) mostrou que a adoção de um sistema de taxaço de carbono poderia arrecadar em torno de R\$ 600 bilhões nos próximos 10 anos. Semelhante a isso, Hassanm, Oueslati e Rousselière (2020) encontraram que as receitas tributárias verdes dos países da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) quase que duplicaram de 1994 para 2013. Assim, além de desincentivar atividades poluentes, o tributo verde seria uma fonte de arrecadação governamental.

Essa preocupação em relação ao meio ambiente só tomou forma, segundo Bueren (2019), entre os anos 50 e 60. Isso se deve, de acordo com Ferreira (2008), a maiores catástrofes e desastres naturais que vieram a público, gerando uma comoção social e uma maior discussão sobre o tema. Bueren (2019) destaca que, durante esse período, a sociedade tomou consciência sobre os efeitos das emissões e dos usos de produtos químicos na indústria e dos pesticidas na agricultura. A doença de Minamata, em 1956, no Japão – causada por descarte inapropriado de mercúrio das indústrias - e o artigo de Carson (1962) que alertava para os perigos da poluição, impactou fortemente a opinião pública e pressionou os governos para que tomassem medidas. Ainda nessa época, segundo Jordan (2015), as regulamentações eram ainda muito fragmentadas, voltadas somente aos temas relacionados à saúde humana e somente desenvolvidas de forma reativa às pressões sociais. Bueren (2019) cita que devido à comoção social, a maior parte dos países desenvolvidos criaram sistemas de regulamentação da produção industrial, tais como a Lei de Ar Limpo (1970) e de Água Limpa (1972) nos Estados Unidos.

Haja visto o aumento do debate mundial sobre o meio ambiente, a Conferência de Estocolmo (1972), segundo Ferreira (2008), foi um marco para o movimento ambientalista, visto que permitiu uma maior profundidade e ampliação do debate da poluição ambiental se estendendo até aos problemas sociais.

Assim, esse novo momento do ambientalismo contribuiu para o estabelecimento de estruturas técnicas e produtivas que minimizassem a destruição ambiental e maximizem a igualdade social, a saúde e o bem-estar, emergindo daí a

necessidade de uma perspectiva multidimensional, que envolvesse economia, ecologia e política ao mesmo tempo. (FERREIRA, 2008, p. 26)

Entretanto, de acordo com Jordan (2015), durante a década de 70 as políticas tomadas ainda eram voltadas somente para as regulamentações de prevenção e controle, de forma definir processos e medidas a serem adotadas pelas empresas. Tais como o Programa de Ação Ambiental, implementado em 1972 pela União Europeia, que desenvolveu uma vasta legislação ambiental; a Lei de Proteção ao Mamífero Marinho (LPMM) instituída em 1972 nos Estados Unidos, que proibia a captura de animais mamíferos marinhos; e a Lei da Água Potável Segura, passada em 1974 no Congresso americano, que definia padrões de qualidade para todos os sistemas de água potável dos EUA. Além, das Leis de Ar Limpo e de Água Limpa, mencionadas anteriormente.

Entre a década de 80 e 90, segundo Jordan (2015), houve uma mudança de foco nas políticas adotadas, focando se mais nas causas do problema do que nos sintomas. Seguindo essa mudança, de acordo com Tristão (1999), os legisladores também passaram a usar instrumentos financeiros como políticas ambientais, tais como: impostos ambientais, certificados ou licenças para poluir. No começo da década de 90, de acordo com o relatório da OCDE (2001), Finlândia, Noruega, Suíça, Dinamarca, Países Baixos e Bélgica foram os primeiros países a adotarem o imposto verde (também conhecido como imposto ambiental). Boa parte desses países taxaram a emissão de gás carbônico, com o objetivo de reduzir as emissões pelas indústrias e diminuir os impactos negativos sobre o meio ambiente.

O imposto verde, segundo Tristão (1999), utiliza a tributação com fim de proteger os recursos naturais e diminuir as distorções econômicas, visto que as atividades poluentes geram externalidades negativas que não são propriamente internalizadas no preço. Essa tributação apresenta o mesmo princípio do “poluidor-pagador” definido por Pigou (1921). Tal princípio transfere para as empresas o fardo dos impostos criados pelo governo para atingir um patamar aceitável de poluição, ou seja, quando o benefício marginal de poluir é zero.

Contudo, a teoria clássica macroeconômica, Blanchard (2007, p.132), preconiza que o aumento da carga tributária impacta negativamente no consumo das famílias, reduzindo o produto no curto prazo. Assim, seria de se esperar que o imposto verde impactasse negativamente a economia. Entretanto, estudos mostram que a implementação do imposto poderia trazer uma série de benefícios que podem impactar positivamente a economia como apontado por Bovenberg e Smulders (1995); Ewijk e Winjnberg (1995) e Bovenberg e Mooij

(1997). Os autores apontam em seus trabalhos que a melhora da qualidade do meio ambiente impacta positivamente a produtividade dos fatores, melhorando, por sua vez, o crescimento econômico.

De acordo com relatório European Environmental Agency (2020), ainda é possível elencar 7 benefícios do imposto verde:

- 1- Melhora da qualidade ambiental
- 2- Internalização das externalidades negativas nos preços
- 3- Incentivos para a redução da poluição, reduzindo a produção e consumo de produtos poluentes
- 4- Incentivos para inovações tecnológicas em prol do meio ambiente
- 5- Elevação das receitas governamentais
- 6- Reutilização das receitas tributárias verdes em educação, P&D, entre outros setores
- 7- Redução das distorções tributárias com a substituição pelo imposto verde

Em Pearce (1991), tais benefícios da tributação verde são incorporados na teoria do duplo dividendo. Dessa forma, a implementação do imposto verde poderia trazer o duplo dividendo por meio de melhora do meio ambiente e de menor distorção tributária. Segundo Bosquet (2000), os tributos ambientais permitem que o fardo de tributações distorcionárias, como os tributos sobre a folha de pagamento e capital, possam ser transferidos para os tributos verdes. Com isso, a substituição da tributação dos bens “bons” para os “ruins”, permite que o governo reduza as distorções que os tributos criam sobre a economia, podendo impulsionar o emprego e o investimento.

Com base na teoria do duplo dividendo e com fim de impulsionar ainda mais os impactos positivos sobre a economia, alguns países passaram a utilizar os impostos verdes de forma a diminuir a carga de impostos distorcionários. Em 1993, de acordo com o relatório da European Environment Agency (1996), a Dinamarca fez uma reforma tributária que redistribuía o fardo dos impostos do mercado de trabalho para a poluição. Isso permitiu com que ela diminuísse entre 8-10% as alíquotas do imposto de renda.

Em meio a essas novas políticas ambientais, Ellis (2009) questiona se os países não-desenvolvidos e em desenvolvimento também deveriam aderir a essas políticas de proteção ambiental e em que nível. De acordo com a autora, os países ricos, durante o seu processo de

desenvolvimento, geraram boa parte da poluição e impacto ambiental de hoje, logo, questiona-se até que ponto os países pouco desenvolvidos têm que arcar com essas obrigações.

Incorporando para a discussão, Hassanm, Oueslati e Rousselière (2020) encontram que o impacto do imposto verde difere entre países com altos e baixos PIB per capita. Os autores justificam seus resultados com a hipótese de três setores da economia criada por Colin Clark e Jean Fourastié. A teoria afirma que há somente três setores econômicos: o setor primário (com extração de matérias primas), o secundário (indústrias) e o terciário (comércio e serviços). Assim, de acordo com a teoria, os países com baixo PIB per capita têm sua economia concentrada no setor primário e secundário que são intensivas em capital e, conforme se desenvolvem, migram para o setor terciário. Assim, de acordo com Hassanm, Oueslati e Rousselière (2020) a implementação de impostos verdes em economias em desenvolvimento impactaria suas economias de uma forma mais contundente que os países desenvolvidos, visto que suas economias são concentradas mais no setor terciário, intensivo em mão de obra.

Conforme visto, fica claro que existe um trade off na implementação do tributo verde. Assim, busca-se por meio desse estudo entender a relação entre as receitas tributárias verdes e o crescimento econômico no curto e longo prazo e se essa relação se difere entre para os países que reutilizam as receitas tributárias. Por fim, mostra-se necessário entender e analisar os impactos dos tributos ambientais com os determinantes econômicos, tais como investimento e capital humano que, por final, afetam o crescimento econômico.

2 Revisão da Literatura

Várias etapas e setores da cadeia de produção geram impactos ambientais dos quais se transformam em externalidades negativas para a sociedade. Essas externalidades variam desde uma maior emissão de gás carbônico – aumentando a probabilidade de desenvolvimento de doenças respiratórias – até a poluição e assoreamento dos rios. De acordo com a literatura econômica, o imposto pigouviano diminuiria essas distorções do mercado ao indexar no preço os custos das externalidades geradas. Embora seja difícil mensurar qual o real impacto das atividades poluentes, o imposto verde que ganhou força na década de 90 busca diminuir essas distorções.

Estudos teóricos mostram que em uma economia de crescimento endógeno o imposto ambiental, ao melhorar a qualidade do meio ambiente, impacta o crescimento econômico indiretamente por vários canais, tais como: produtividade do capital, acumulação de capital humano e P&D.

Analisando na perspectiva de aumento de produtividade dos fatores, Bovenberg e Smulders (1995); Bovenberg e Mooij (1997) propõem que a melhora do ambiente gera um aumento da produtividade do capital físico e humano, visto que a qualidade do solo e do ar, por exemplo, seriam melhores. De acordo com Alloi e Tourmaine (2011) a melhoria da produtividade desses fatores se dá por duas vias: aumento da saúde dos trabalhadores e da pesquisa e desenvolvimento (P&D).

Outros estudos enfocaram no aumento do capital humano como consequência da melhor qualidade ambiental. Pautrel (2009) detalha em seu estudo que quando a poluição afeta a estimativa de vida da população, o imposto ambiental tem uma relação que segue uma função côncava com o crescimento econômico. Assim, o imposto apresenta um maior impacto econômico quanto maior for o efeito da poluição sobre a saúde ou menor forem os gastos governamentais nesse setor. Já para Ewijk e Winjnberg (1995) o crescimento econômico é estimulado pelo aumento da produtividade de aprendizagem levando a um maior acúmulo de capital humano e, conseqüentemente, no crescimento econômico.

Todos os artigos acima têm a diminuição das externalidades da poluição como elemento fundamental para o aumento do crescimento. Hettich (1998), no entanto, apresenta um modelo que independe das externalidades negativas, mas ainda apresenta resultados

positivos para a atividade econômica. O imposto verde aumenta os custos com prevenções ambientais, reduzindo as produções das firmas e o consumo das famílias. Com isso, a utilidade marginal das famílias para o lazer diminui, deslocando um maior tempo para os estudos o que impulsiona o crescimento. Seguindo o mesmo conceito, Nakada (2004) indica que o crescimento econômico pode ser impulsionado pelo maior investimento em P&D pelas empresas. Com o imposto verde, as empresas têm maiores custos com prevenções, gerando incentivos para as firmas investirem em P&D.

Junto a isso Pearce (1991) traz a ideia de um segundo dividendo no imposto verde. O duplo dividendo é caracterizado por dois benefícios: 1- melhor qualidade ambiental e; 2- aumento das receitas governamentais com menos distorções no mercado. O segundo dividendo se dá pela substituição de impostos distorcionários na economia - tais como imposto sobre salário, poupança e capital – pelo imposto ambiental.

Oueslati (2014) obteve que a utilização das receitas tributárias para reduzir os impostos de capital físico apresentou resultados negativos para a economia. Entretanto, a utilização para a redução do imposto de renda apresentou um efeito positivo no crescimento de longo prazo. Já, segundo Bovenberg e Mooij (1997), a redução dos impostos sobre os lucros gera o segundo dividendo do imposto verde de forma a impulsionar a economia.

Entretanto, os impostos ambientais podem mostrar-se danosos para o crescimento econômico. Andersen et al. (2007) mostra que em estruturas econômicas intensivas em combustíveis fósseis, a redução dos custos trabalhistas não consegue compensar o aumento dos custos de produção gerados pelo imposto, impactando negativamente no crescimento econômico. De acordo com Ekins et al. (2012), esse efeito é analisado por meio da queda das exportações do país, devido à perda de competitividade no preço.

Alguns autores europeus referem o segundo dividendo como o aumento no nível de emprego. Carraro et al. (1996) encontrou que a reciclagem dos tributos ambientais para diminuir os impostos na folha de pagamento, apresenta um impacto positivo sobre o emprego somente no curto prazo. No longo prazo, os salários absorvem por completo a mudança dos impostos redirecionando o nível de emprego para o seu valor inicial. Entretanto, quando o poder de barganha das uniões trabalhistas é reduzido, o efeito de crescimento do emprego se sustenta por mais tempo. Sendo assim, a reciclagem dos impostos ambientais se torna mais efetiva em estruturas de mercado de trabalho mais flexíveis.

Dentro da discussão sobre o impacto dos tributos verdes na economia, a literatura é escassa na análise econométrica, sendo encontrado apenas dois trabalhos. Abdullah e Morley (2014) utilizam o teste de não-causalidade de Granger para analisar a relação entre crescimento econômico e impostos ambientais. O estudo encontra uma relação causal do crescimento econômico sobre os impostos no curto e no longo prazo, entretanto, a relação inversa só ocorre no curto prazo. Hassanm, Oueslati e Rousselière (2020) por sua vez utilizou um modelo de efeitos aleatórios correlacionados, desenvolvido por Wooldridge (2010). O autor obteve que as receitas tributárias verdes apresentam um efeito negativo sobre o crescimento econômico no curto e no longo prazo. Além disso, foi encontrada evidências de que os impostos verdes promovem um maior impacto em países mais ricos que são mais intensivos em serviços, enquanto os países em desenvolvimento são intensivos em capital e matéria prima. O estudo apresenta também que a relação entre os impostos ambientais e o crescimento econômico se difere entre países que reutilizam receitas tributária verdes para diminuir as distorções do sistema tributário e os que não a usam.

Assim, ainda há ainda muita controvérsia com relação aos resultados esperados dos tributos verdes na economia, sendo agravado pela escassez de análise de dados na literatura. Com isso, esse trabalho busca agregar à discussão por meio de uma atualização da pesquisa feita por Hassanm, Oueslati e Rousselière (2020) ao incorporar ao modelo outros fatores que se mostraram importantes na literatura, tais como P&D.

3 Metodologia

Para avaliar o efeito dos impostos verdes sobre a taxa de crescimento econômica é feito um modelo empírico de crescimento econômico controlado pelos principais fatores que impactam a economia encontrados na vasta revisão literária. O estudo parte do trabalho feito por Hassanm, Oueslati e Rousselière (2020) que busca entender a relação do imposto verde sobre a economia no curto e longo prazo. Além disso, os autores buscam entender como essa relação se diferencia com a reutilização do tributo verde e com países desenvolvidos e não desenvolvidos. O estudo aponta para a importância do desenvolvimento econômico inicial para determinar a relação do imposto verde com o crescimento econômico. O estudo encontra que quanto maior o nível do PIB per capita inicial dos países, maior é a contribuição do tributo verde no crescimento econômico. De forma que o uso do imposto ambiental em países mais pobres pode atrapalhar o seu crescimento econômico, devido à sua estrutura econômica intensiva em atividades poluentes. Foi encontrado também que essa relação só é estatisticamente significativa quando há reciclagem dos tributos verdes.

Entretanto, para uma melhor especificação, foi incorporado o efeito de P&D, considerado relevante na literatura dos modelos de crescimento endógeno. No modelo de Romer (1990) o fator de pesquisa e desenvolvimento é considerado um dos elementos essenciais para explicar o crescimento econômico. Nele, a inovação impacta positivamente a produtividade do capital físico e humano, o que por sua vez reflete na economia. Com o intuito de aferir tal impacto, Sahin (2015) encontrou que o aumento em investimento em P&D em 1% pode aumentar o crescimento econômico em 0.61%. Dessa forma, o imposto verde ao induzir as empresas a buscarem por tecnologias mais limpas, impulsiona o investimento em P&D que por sua vez impacta a economia positivamente. Logo, o modelo final que buscamos analisar é dado de tal forma:

$$Y = F(T_v, Y_0, K, H, L, A, Z, i, NX)$$

Onde Y representa o PIB per capita, T_v imposto verde, Y_0 PIB per capita inicial, K capital fixo, H capital humano, L força de trabalho, A P&D, Z balanço orçamentário, i inflação e NX balança comercial.

3.1 PIB per capita

O PIB per capita é uma medida comumente utilizada para comparar o nível de riqueza econômica. O indicador é uma média da renda nacional, visto que é o valor do PIB dividido pelo número de habitantes da região. Com isso, utilizamos a taxa de crescimento do PIB per capita, calculado com base na paridade do poder de compra (PPP) em 1994 em dólares americanos como a dependente variável do modelo.

Barro e Sala-i-Martin (2004) encontraram em seu modelo que o nível do PIB per capita inicial influencia o crescimento econômico. Países que apresentam um nível de PIB per capita inicial no steady-state menor (países menos desenvolvidos) que aqueles que estão próximos do seu nível potencial de longo prazo (países desenvolvidos), possuem uma taxa de crescimento mais rápida. Tal efeito está relacionado com a força pró convergência gerada pelo salto das inovações tecnológicas que um país em desenvolvimento tem em direção à fronteira tecnológica mundial. Assim, o tempo de catch-up dos países em desenvolvimento é menor gerando uma maior taxa de crescimento econômico. Deste modo, espera-se que o logaritmo natural do PIB per capita inicial, utilizando como base o ano de 1994, tenha uma relação negativa com o crescimento econômico.

3.2 Imposto verde

De acordo com o System of environmental-economic accounting 2012 – Central Framework (2014), o imposto verde é definido como todos os impostos que possuem como proxy de taxação uma unidade física de algo que é comprovadamente prejudicial ao meio ambiente.

A utilização do imposto verde, como apresentado na revisão literária, apresenta efeitos incertos sobre a economia, pois apresenta um trade off entre os custos e benefícios marginais sociais que emergem com a implementação do tributo (INSTITUTO ESCOLHAS, 2016). Os custos sociais estão relacionados com as perdas na produção, na competitividade internacional, diminuição do consumo interno e aumento dos custos de desenvolver novas tecnologias. Os benefícios sociais são todos os resultados relacionados com a melhora e controle da temperatura global e todo o impacto positivo dado pela implementação do

imposto ambiental – melhoria da produtividade do capital físico e humano, aumento do capital humano, inovação tecnológica e elevação das receitas governamentais.

Como visto na revisão bibliográfica, a implementação do imposto verde apresenta uma série de trade offs na economia. Dessa forma, esse trabalho busca mapear o impacto do imposto verde sobre a economia.

3.3 Força de trabalho e investimento em capital fixo

Solow (1956), em seu modelo de crescimento endógeno, mostra que a força de trabalho e o estoque de capital são fatores determinantes para o crescimento econômico de longo prazo. Em seu modelo, a taxa de crescimento da força de trabalho varia em função da taxa de crescimento da população que quando constante leva a economia ao seu estado estacionário. Entretanto, quando há crescimento da força de trabalho, há uma diminuição do crescimento econômico de longo prazo, se não compensada por uma maior taxa de poupança (que no modelo é convertida em investimento sobre o capital).

$$y^* = \left(\frac{s}{n + \delta} \right)^{\alpha / (1 - \alpha)}$$

Onde y^* representa a taxa de crescimento econômico de longo prazo, s a taxa de poupança ou também a taxa de investimento em capital fixo, n o crescimento populacional, δ a taxa de depreciação do capital, α a proporção do produto destinada ao capital fixo e $1 - \alpha$ a proporção do produto dispendida na força de trabalho.

Com isso, é esperado um efeito positivo do investimento em capital fixo sobre o crescimento econômico. Para isso foi utilizada a formação de capital fixo em porcentagem do PIB como proxy. Em contrapartida, devido a particularidade da estrutura populacional de cada país, é incerto o efeito do mesmo sobre a economia.

3.4 Capital humano

De acordo com a literatura econômica, o capital humano apresenta uma série de opções sobre as quais impacta o crescimento econômico de um país. Mankiw, Romer e Weil (1990) incorporam no modelo de crescimento de Solow o capital humano como estoque, acumulando da mesma forma que o capital fixo:

$$Y = K^\alpha (AH)^{1-\alpha}$$

$$\dot{H} = s_H Y - \delta_H H$$

Onde Y representa o produto interno bruto, K o estoque de capital fixo, A a inovação (P&D), H o estoque de capital humano, α a proporção do produto destinada ao capital fixo, \dot{H} variação no estoque de capital humano, s_H a taxa de investimento em capital humano e δ_H a depreciação do capital humano.

No estado estacionário, o aumento do investimento em capital humano (Ex.: maior investimento em educação), leva a um aumento duplo na economia, sendo o primeiro diretamente com o aumento do capital humano e o segundo por meio do aumento do capital fixo, gerado pelo primeiro aumento da economia. Lucas (1998) e Jones (2009) definem o estoque de capital humano pela quantidade de tempo alocada na educação, de forma que quanto maior for o tempo alocado na educação, maior o crescimento econômico. Enquanto Jones (2009) e Mankiw, Romer e Weil (1990) abordam um efeito direto do capital humano sobre o crescimento econômico, Lucas (1998) e Romer (1990) preveem, respectivamente, que o aumento do capital humano gera um aumento da produtividade do capital e do trabalho, além de uma maior produção de P&D.

Assim, é incorporado no modelo o logaritmo natural do nível inicial do capital humano, assim como a mudança anual no nível de capital humano. É esperado que ambos tenham uma relação positiva com o crescimento econômico.

3.5 Pesquisa e desenvolvimento (P&D)

Diferentemente de Hassanm, Oueslati e Rousselière (2020), este estudo incorpora a variável de P&D no modelo. Na teoria do crescimento endógeno de Romer, a tecnologia é considerada um insumo para a produção do setor de bens intermediários (Ex.: bens

manufaturados ou matéria-prima processada). Dessa forma, o setor de bens intermediários utiliza tal conhecimento para a produção de bens que são por sua vez usados como insumo para a produção do bem final. Com isso, a acumulação de conhecimento impacta positivamente o crescimento econômico.

No modelo de Romer (1990), o aumento da inovação tecnológica é determinado pela quantidade de trabalhadores alocados em P&D, na produtividade do setor e o uso do estoque de tecnologia existente. Silva (2020), encontrou que choques positivos no estoque de ideias, tais como elevação no número de pesquisadores e gastos em P&D, possuem um impacto positivo no PIB per capita. Além disso, o modelo de Romer (1990) prevê que o aumento da inovação também afeta o crescimento econômico via aumento da produtividade do fator humano e de capital. Assim, espera-se encontrar que o aumento no estoque de ideias tenha um impacto positivo sobre a economia.

3.6 Variáveis Fiscais: Balanço orçamentário discrecionado por distorção e produtividade

Embora, políticas fiscais são comumente relacionadas com efeitos sobre o nível do produto e não sobre efeitos de longo prazo nos modelos de crescimento neoclássico, Barro (1990), Barro e Sala-i-Martin (1992), Barro and Sala-i-Martin (2004) e Mendoza et al. (1997) criaram modelos de crescimento endógeno, nos quais as políticas fiscais conseguem determinar tanto o crescimento econômico quanto a taxa de crescimento em steady-state (estado estacionário).

Barro (1990) e Bleaney, Kneller and Gemmell (1999) destacam a importância de fazer uma completa especificação do balanço orçamentário do governo, diferenciando-se entre: impostos distorcionários e não distorcionários e despesas produtivas e não produtivas. No caso, impostos distorcionários são todos aqueles que afetam a decisão de investimento dos agentes (Ex.: Tributação sobre renda e lucro), não-distorcionários não afetam a taxa de crescimento econômica de longo prazo. Logo, a variável de impostos distorcionário foi incorporada no modelo por meio da base de estatísticas fiscais do governo do FMI. Ela foi construída como a soma dos impostos sobre a renda, lucro, lucro de capitais, folha de pagamento, contribuições previdenciárias em porcentagem do PIB. Com isso, espera-se que

as receitas dos impostos distorcionários apresentem uma relação negativa com o crescimento econômico.

Os gastos produtivos, por sua vez, são aqueles que conseguem serem incluídos na função de produção privada (Ex.: Despesas com educação, saúde, transporte e educação). Dessa forma, espera-se que os gastos públicos produtivos do governo impactem positivamente a economia.

3.7 Variáveis macroeconômicas: Inflação e balança comercial

Inflação

De acordo com a macroeconomia clássica, Fischer (1991,1993) detectou que a inflação impacta no crescimento de curto prazo, reduzindo a produtividade dos fatores e o estoque de capital físico.

Balança comercial

O estudo feito pelo Instituto Escolhas (2016) aborda o fenômeno do “Carbon leakage” como um potencial efeito negativo da implementação de impostos ambientais. Esse fenômeno é marcado pela saída de indústrias de um país que taxa as emissões de carbono para um país com menos restrições, podendo resultar em uma perda da competitividade.

Entretanto, de acordo com o Banco Mundial (2015), o aumento dos custos nem sempre traduz na perda de competitividade, dependendo de fatores como a eficiência de produção e a sensibilidade do mercado consumidor. O setor mais sensível é o de produção de commodities – característico de economias em desenvolvimento -, no qual há uma maior competição via preços.

A Balança comercial é definida na macroeconomia como a diferença entre exportação e importação e é um dos fatores determinantes para o crescimento econômico. De acordo com Andersen and Babula (2009) o comércio internacional permite a circulação internacional de bens e tecnologias, facilita a disseminação do conhecimento internacional e expande o tamanho do mercado para mais variedades de produtos novos. Com isso, espera-se que um choque positivo na balança comercial reflita positivamente na economia.

4 Análise Empírica

4.1 Amostra e dados

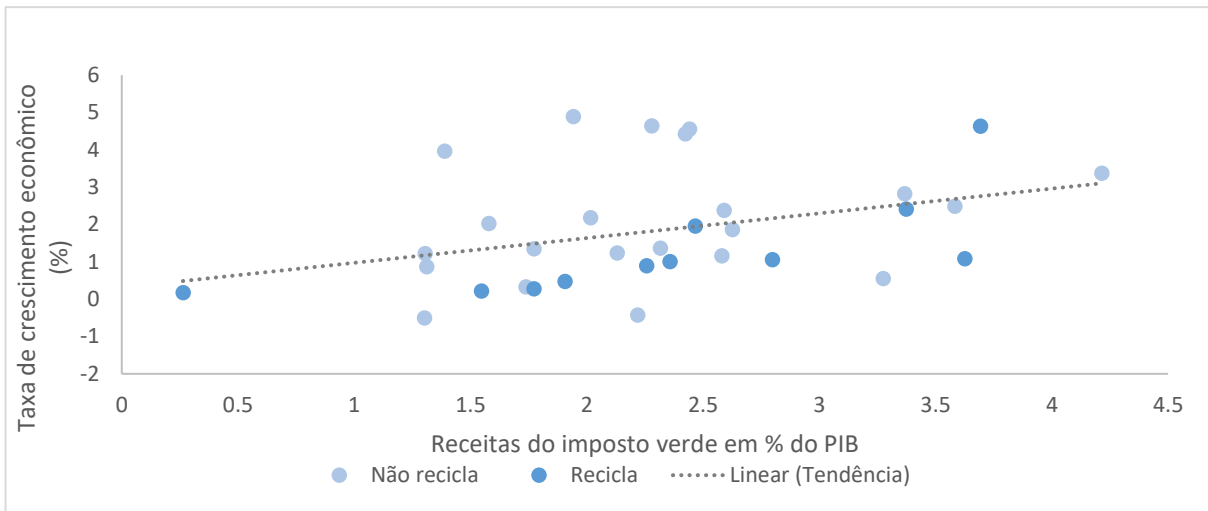
Para entender o efeito da tributação verde sobre a economia foi utilizada uma amostra de 37 países em painel, no período de 1994 a 2019. Com isso, a base de dados foi extraída de três fontes principais: 1- Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE); 2- World Development Indicators do Banco Mundial; 3- Fundo Monetário Internacional. Além disso, diferentemente de Hassanm, Oueslati e Rousselière (2020), foi optado como proxy de capital humano o indicador de educação utilizado no Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) da Conferência das Nações Unidas sobre Comércio e Desenvolvimento (UNCTAD). Tal escolha se dá pela maior disponibilidade de dados. Um quadro com a descrição e fonte de todas as variáveis se encontra no Apêndice A.

Em contraste com o estudo de Hassanm, Oueslati e Rousselière (2020), é incorporado no modelo o efeito de P&D. Para isso foi utilizada como proxy o número de novas ideias economicamente úteis de utilidade no Escritório Europeu de Patentes (EPO) encontrada na OCDE.

A análise é executada em 2 recortes: países que reciclam e os que não reciclam o imposto verde. Os grupos se baseiam no artigo de Hassanm, Oueslati e Rousselière (2020). Conforme visto, as receitas provenientes da reciclagem do imposto verde na diminuição do imposto sobre o capital e o trabalho, ou a utilização do mesmo para financiamento de projetos de energia limpa e projetos de sustentabilidade, podem mitigar o efeito negativo da inserção de um novo imposto.

Em uma análise preliminar, conforme visto no Gráfico 1, é possível perceber uma correlação positiva entre o crescimento econômico e as receitas provenientes do imposto verde. Além disso, dos países analisados, somente 12 reutilizam as receitas do imposto verde para diminuir as distorções de outros tributos ou incentivar a produção de energias limpas.

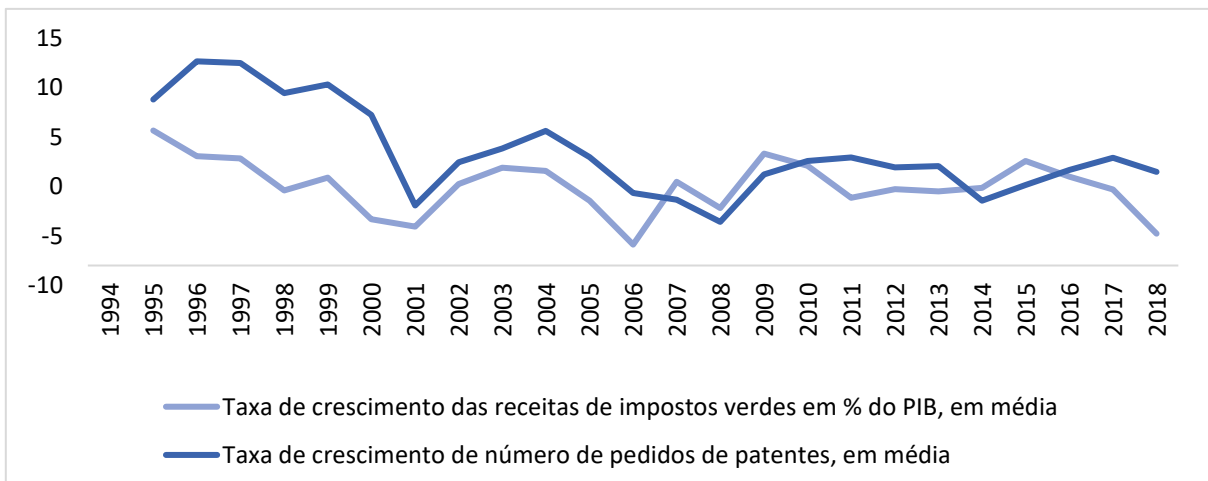
Gráfico 1 - Crescimento econômico e Receitas do imposto verde em 2019, por países que reciclam ou não o imposto



Fonte: Elaborado pelo autor

Ademais, também é analisada a relação das receitas do imposto verde e a inovação tecnológica. Conforme visto na revisão literária, espera-se que o imposto verde aumente os incentivos para as firmas investirem em P&D. Assim, a partir do Gráfico 2, é possível inferir preliminarmente que a inovação segue uma mesma tendência de crescimento que as receitas provenientes do imposto verde. Entretanto, ainda é preciso analisar o efeito de P&D sobre o crescimento econômico.

Gráfico 2 – Taxa de crescimento da receita de imposto verde em % do PIB e taxa de crescimento de número de pedidos de patentes, em média



Fonte: Elaborado pelo autor

A amostra possui um total de 757 observações, sendo as variáveis gastos produtivos, impostos distorcionários, balança fiscal e P&D as variáveis com mais missings na amostra. Os países que reciclam e não reciclam os impostos verdes possuem, em média, pouca diferença entre as variáveis, sendo a diferença mais preponderante nos impostos distorcionários em % do PIB, número de pedidos de patentes e inflação.

Tabela 1 - Estatísticas descritivas

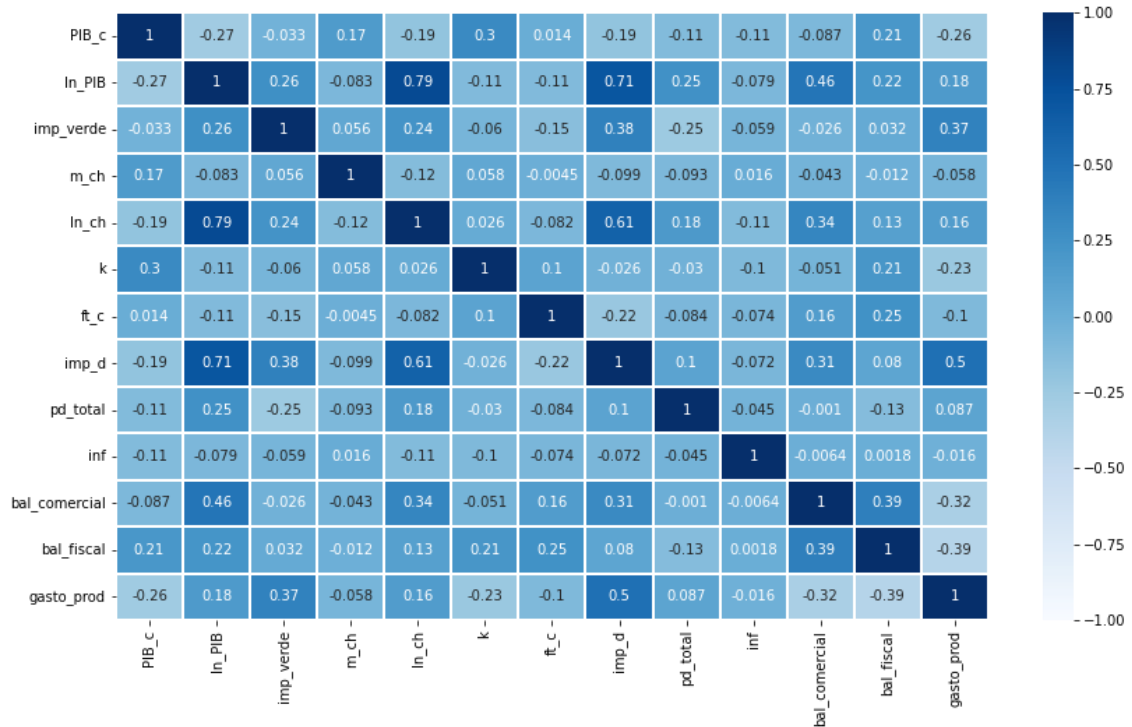
Variável	Obs	Média			Desvio Padrão	Mín	Máx
		Total	Recicla	Não Recicla			
PIB_c	757	2.00	1.81	2.12	2.94	-14.27	23.99
ln_PIB	757	10.18	10.41	10.04	0.57	8.68	11.25
imp_verde	757	2.41	2.68	2.25	0.89	0.16	5.37
m_ch	757	0.01	0.01	0.01	0.01	-0.04	0.08
ln_ch	757	-0.23	-0.18	-0.26	0.13	-0.84	-0.06
ft_c	757	0.01	0.01	0.01	0.01	-0.03	0.08
k	757	22.14	23.06	21.60	3.98	4.45	36.86
pd_total	757	3266.87	3587.88	3078.44	7102.50	0.00	40286.36
imp_d	757	21.06	24.18	19.23	5.84	5.71	34.78
bal_fiscal	757	-1.98	-0.26	-2.99	4.45	-32.07	18.63
gasto_prod	757	22.47	21.97	22.76	4.17	4.06	46.71
inf	757	4.57	2.13	6.00	38.81	-4.48	1058.37
bal_com	757	2.34	3.89	1.43	8.79	-27.18	36.01

Fonte: Elaborado pelo autor

Ao fazer a tabela de correlação das variáveis (Figura 1), somente mudança do capital humano, investimento em capital, força de trabalho e balança fiscal apresentaram uma correlação positiva com a taxa de crescimento econômico. As receitas de impostos verdes apresentaram uma correlação negativa com o crescimento econômico, indo de encontro com o resultado obtido por Hassanm, Oueslati e Rousselière (2020). Da mesma forma, P&D também apresentou uma correlação negativa com o crescimento econômico e com as receitas de impostos verdes, entretanto, apresentou uma correlação positiva com o nível inicial do PIB.

Figura 1 - Matriz de correlação

Fonte: Elaborado pelo autor



4.2 Modelo Econométrico

Para estimar tal relação, é utilizado um painel com efeitos aleatórios correlacionados (EAC), abordado por Wooldridge (2018), e também utilizado por Hassanm, Oueslati e Rousselière (2020). Castelar, Linhares e Penna (2010) apontam a importância de inferir o modelo de efeito fixo, visto que países em desenvolvimento podem sofrer influência do ambiente externo. Ademais, o efeito fixo eliminaria o fator cultural restrito a cada país. Entretanto, o modelo de efeitos fixos impossibilita a utilização de variáveis constantes no tempo. No modelo de efeitos aleatórios correlacionados a endogeneidade é tratada como um problema de heterogeneidade, o que viabiliza a utilização de variáveis constantes no tempo.

Dessa forma, podemos representar a equação inicial de tal forma:

$$y_{it} = \phi\lambda_t + \theta Z_i + \beta X_{it} + a_i + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

No qual y_{it} é a taxa de crescimento do PIB per capita, λ_t é um vetor de variáveis dummy para anos, Z_i é um vetor de variáveis observáveis constantes no tempo, X_{it} representa um vetor de variáveis independentes variantes no tempo e entre países, ε_{it} indica o termo de erro e a_i representa os efeitos não observados (heterogeneidade).

Diferentemente do modelo de efeitos fixos, onde é tirada as médias temporais de forma a remover o termo a_i , o modelo de efeitos aleatórios correlacionados modela a heterogeneidade como variáveis aleatórias, permitindo uma correlação arbitrária entre os efeitos não observáveis (a_i) e os regressores (X_{it}).

$$a_i = \alpha + \gamma \bar{X}_i + r_i \quad (2)$$

Onde α é uma constante, \bar{X}_i é a média temporal de X_{it} , r_i uma constante invariante no tempo e a $cov(r_i, \bar{X}_i) = 0$.

Com isso, substituindo a Equação 2 em 1, temos que:

$$y_{it} = \alpha + \phi \lambda_t + \beta X_{it} + \gamma \bar{X}_i + \theta Z_i + r_i + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

Com base nos resultados obtidos por Hassanm, Oueslati e Rousselière (2020), a interação das receitas de imposto verde consigo mesma e com valor inicial do PIB per capita mostrou-se relevante para a especificação do modelo. Com isso, podemos escrever o vetor de variáveis independentes de tal forma:

$$\beta X_{it} = \beta_0 IMPV_{it} + \beta_1 IMPV_{it}^2 + \beta_2 (IMPV_{it} \times \ln PIB_{it=1994}) + \beta_k W_{it} \quad (4)$$

Onde $IMPV_{it}$ representa as receitas de imposto verde em porcentagem do PIB e W_{it} vetor de regressores controles variantes no tempo e entre países.

Schunck (2013) aponta para correta especificação do modelo ao utilizar interações no modelo EAC. A má especificação das médias das interações pode gerar coeficientes errôneos. Com isso, ao utilizar a interação temos que a regressão a ser estimada no curto prazo é dada de tal forma:

$$y_{it} = \alpha + \phi \lambda_t + \theta Z_i + \beta_0 IMPV_{it} + \beta_1 IMPV_{it}^2 + \beta_2 (IMPV_{it} \times \ln PIB_{it=1994}) + \beta W_{it} + \gamma_0 \overline{IMPV}_i + \gamma_1 \overline{IMPV}_i^2 + \gamma_2 \overline{IMPV}_i \overline{\ln PIB_{it=1994}} + \gamma \bar{W}_i + r_i + \varepsilon_{it} \quad (5)$$

Com isso, a utilização do EAC é vantajoso no sentido que permite a inclusão de variáveis constantes no tempo - como o nível do PIB per capita inicial e a estimação dos efeitos contextuais. Antonakis, Bastardoz e Rönkkö (2019) explicam que o modelo de efeitos

aleatórios correlacionados além de gerarem as mesmas estimativas que as do efeito fixo para o efeito individual (“within effect”), também permite a interpretação do efeito contextual (“contextual effect”) das variáveis. O efeito contextual é obtido a partir dos estimadores γ que explicam como as características ou ações de outros indivíduos no mesmo contexto afetam os resultados do nível individual. Além do mais, o modelo é robusto para heterocedasticidade e autocorrelação dos erros. Isso se dá por meio da utilização de erros padrão robustos que permitem a “correlação de agrupamento”.

A fim de entender como o imposto verde impacta a economia no curto e longo prazo, a equação 5 foi estimada com as variáveis em nível e defasadas em até 5 anos. Além disso, para avaliar se há a concretização do duplo dividendo, refazemos as regressões para o grupo de países que reciclam e os que não reciclam o imposto verde. A classificação dos países que reciclam o imposto se baseia no artigo de Hassanm, Oueslati e Rousselière (2020).

5 Resultados

Para validar o uso do modelo de efeitos aleatórios correlacionados foi utilizado o teste de Wald para testar a hipótese nula de que todos os efeitos contextuais (γ) são iguais a zero. A hipótese nula foi rejeitada, indicando a existência de efeitos contextuais e validando o uso do modelo de efeitos aleatórios correlacionados (Tabela 2). Além disso, foi feito um teste Dickey-Fuller para estacionariedade das variáveis, no qual nenhuma das variáveis apresentou raiz unitária (Tabela 3). O modelo utilizado é robusto para a heterocedasticidade e autocorrelação dos erros, porém como extensão foi feita uma análise gráfica dos resíduos que encontra-se no Anexo B.

Tabela 2 – Teste de Wald

	Lag = 0	Lag = 1	Lag = 2	Lag = 3	Lag = 4	Lag = 5
Chi2 (13)	139.7	134.57	213.22	173.61	87.64	116.05
Prob > chi2	0	0	0	0	0	0

Fonte: Elaborado pelo autor

Tabela 3 – Teste de Raiz Unitária

Variável	Teste	Estatística	P-valor	
PIB_c	Fisher-type (Choi, 2001)	Inverse chi-squared	311.0046	0.000
imp_verde	Fisher-type (Choi, 2001)	Inverse chi-squared	130.8568	0.0149
m_ch	Fisher-type (Choi, 2001)	Inverse chi-squared	393.9436	0.000
ln_ch	Fisher-type (Choi, 2001)	Inverse chi-squared	453.5063	0.000
ft_c	Fisher-type (Choi, 2001)	Inverse chi-squared	347.7034	0.000
k	Fisher-type (Choi, 2001)	Inverse chi-squared	134.8978	0.000
pd_total	Fisher-type (Choi, 2001)	Inverse chi-squared	196.123	0.000
imp_d	Fisher-type (Choi, 2001)	Inverse chi-squared	135.6276	0.0013
bal_fiscal	Fisher-type (Choi, 2001)	Inverse chi-squared	182.1834	0.000
gasto_prod	Fisher-type (Choi, 2001)	Inverse chi-squared	182.9362	0.000
inf	Fisher-type (Choi, 2001)	Inverse chi-squared	320.1469	0.000
bal_com	Fisher-type (Choi, 2001)	Inverse chi-squared	125.3961	0.0324

Fonte: Elaborado pelo autor

Os resultados da regressão da equação 5 para o curto e longo prazo são apresentados na Tabela 4. A partir de tais resultados, obtém-se que a relação do imposto verde com o crescimento econômico só foi estatisticamente significativa no curto prazo e com o regressor defasado em 5 anos. A relação em ambos os casos é negativa e tal efeito se amplia no longo prazo. Esse resultado é condizente ao encontrado por Hassanm, Oueslati e Rousselière (2020) e com a explicação de Ekins et al. (2012), no qual o imposto verde leva a uma perda de competitividade no preço.

Além disso, foi observado que a interação do imposto verde consigo mesma não é relevante para o modelo. Contudo, assim como encontrado por Hassanm, Oueslati e Rousselière (2020), a interação das receitas do imposto verde com o nível inicial do PIB apresentou relevância estatística para o crescimento econômico. Com isso, é possível concluir que o aumento do imposto verde apresenta um impacto positivo sobre a economia de um país ao passo que o nível inicial do PIB per capita também é elevado.

O modelo de efeitos aleatórios correlacionados estima também o chamado efeito contextual. Visto isso, obteve-se que o efeito contextual do imposto verde foi estatisticamente significativo no curto prazo e após 5 anos. O efeito contextual da elevação do imposto verde impacta positivamente no crescimento econômico individual dos que mantiveram o imposto constante. Isso pode ser explicado ao fato de que o aumento do imposto verde elevaria os custos que por conseguinte aumentariam os preços, resultando em uma diminuição considerável da competitividade frente aos países que mantêm o imposto constante.

O logaritmo natural do PIB inicial apresentou uma relação negativa com o crescimento econômico tanto no curto quanto no longo prazo. Essa relação já era esperada, visto que países com PIB inicial elevado já possuem uma taxa de crescimento econômico próximo do potencial de longo prazo.

O acréscimo de capital humano apresentou um dos maiores efeitos positivos sobre o crescimento econômico, o qual se estende por até 2 anos. Já o nível inicial de capital humano apresentou um efeito negativo sobre a economia no longo prazo. A formação de capital fixo no curto prazo apresentou um pequeno efeito positivo sobre a economia, entretanto, no longo prazo isso se reverte negativamente. O nível de pesquisa e desenvolvimento só apresentou relevância estatística no longo prazo e mostrou-se negativamente relacionado com o crescimento econômico.

Os resultados obtidos para a inflação e para a balança fiscal são condizentes com o esperado. A inflação apresentou um impacto negativo sobre a economia no curto e longo prazo. A balança fiscal, por sua vez confirmou o seu efeito positivo sobre o crescimento econômico. Para as variáveis de balança comercial, gasto produtivo, crescimento da força de trabalho e impostos distorcionários não foi encontrado relação estatisticamente significativa com o crescimento econômico em nenhum período analisado.

Tabela 4 – Regressão de curto e longo prazo

Variáveis	Curto Prazo			Longo Prazo		
	Lags = 0	Lags = 1	Lags = 2	Lags = 3	Lags = 4	Lags = 5
imp_verde	-15.99** (-5.111)	3.618 (-9.694)	-2.646 (-8.733)	-0.518 (-8.227)	0.0653 (-7.896)	-19.51** (-6.668)
m_ch	19.50* (-9.078)	29.86** (-10.4)	25.37* (-10.43)	7.531 (-12.64)	2.129 (-9.071)	-7.979 (-14.68)
ln_ch	-1.407 (-0.826)	-2.581** (-0.925)	-2.140* (-0.968)	-2.111* (-0.981)	-0.369 (-1.433)	-0.673 (-1.147)
k	0.159* (-0.0725)	-0.0497 (-0.0806)	-0.287* (-0.116)	-0.145 (-0.0764)	-0.289** (-0.106)	-0.111 (-0.0752)
ft_c	-0.687 (-9.881)	-5.069 (-10.7)	6.644 (-8.331)	-20.24 (-12.89)	-4.011 (-11.68)	-16.45 (-12.1)
imp_d	-0.132 (-0.116)	0.0273 (-0.116)	0.108 (-0.115)	0.09 (-0.114)	0.211 (-0.125)	0.228 (-0.143)
pd_total	-3.2E-05 (-0.0001)	-7.6E-05 (-0.00001)	-0.00023* (-0.0001)	-0.0003** (-0.0001)	-0.0003** (-0.0001)	-0.00015* (-0.0001)
inf	-0.017*** (-0.0011)	0.00179 (-0.00)	-0.01*** (-0.0020)	-0.00069 (-0.0019)	0.0044** (-0.0014)	0.00186 (-0.0013)
bal_comercial	0.0125 (-0.068)	-0.0768 (-0.057)	-0.136 (-0.0902)	-0.0139 (-0.0533)	-0.111 (-0.0697)	-0.00513 (-0.0508)
bal_fiscal	0.227*** (-0.0445)	0.105* (-0.0497)	0.0245 (-0.0467)	-0.00508 (-0.0615)	-0.0549 (-0.0604)	-0.183 (-0.124)
gasto_prod	-0.0233	-0.0721	-0.0511	0.00268	-0.0508	-0.0016

	(-0.0331)	(-0.0535)	(-0.0807)	(-0.12)	(-0.0998)	(-0.121)
c.imp_verde#c.	-0.0133	-0.241	-0.153	-0.161	-0.171	-0.212
imp_verde	(-0.144)	(-0.17)	(-0.171)	(-0.248)	(-0.23)	(-0.266)
c.imp_verde#c.	1.611***	-0.0996	0.461	0.257	0.179	2.167**
ln_PIB	(-0.484)	(-0.863)	(-0.792)	(-0.737)	(-0.757)	(-0.732)
ln_PIB	-2.717**	-2.586***	-2.184***	-2.068***	-1.849***	-2.125***
	(-0.836)	(-0.679)	(-0.613)	(-0.526)	(-0.381)	(-0.451)
mimp_verde	17.60**	-2.224	5.882	3.468	3.339	22.37**
	(-5.782)	(-10.88)	(-9.575)	(-9.323)	(-8.311)	(-6.972)
1.crisis	-2.920***	-3.405***	-3.200***	-3.083***	-3.158***	-3.021***
	(-0.224)	(-0.276)	(-0.233)	(-0.237)	(-0.291)	(-0.253)
_cons	18.51***	15.45***	12.87**	13.57**	14.64***	15.46***
	(-5.477)	(-4.553)	(-4.285)	(-4.398)	(-3.406)	(-3.481)
N	757	714	678	643	606	571

Fonte: Elaborado pelo autor

Notas: *, ** e *** indicam nível de significância em 10, 5 e 1%, respectivamente. O valor do erro padrão robusto se encontra em parênteses. As médias das variáveis que variam ao longo do tempo foram incluídas, mas não reportadas na tabela acima.

Os resultados encontrados pela regressão da equação 5 para países que reciclam e não reciclam o imposto verde encontram-se na Tabela 5. É possível notar que os países que reciclam os impostos verdes obtiveram um impacto negativo maior sobre a economia do que os que não reciclam. Tal resultado é contrário a hipótese do duplo dividendo abordada por Pearce (1991). Uma possível explicação a isso se dá ao fato de que a diminuição dos impostos distorcíveis ou a reutilização das receitas advindas do imposto verde não compensam o efeito negativo do aumento do imposto verde. Outro ponto é relacionado a amostra, na qual a média dos impostos verdes em porcentagem do PIB são mais elevados nos países que utilizam tais medidas compensatórias. Com isso, o aumento do imposto verde em um contexto de altas alíquotas apresenta um efeito negativo ainda maior sobre o crescimento econômico.

O efeito contextual foi somente estatisticamente significativo para a amostra de países que reciclam. Embora esse grupo tenha apresentado um impacto maior do tributo ambiental, em um contexto em que outros países em média elevam o imposto verde, os países que reciclam seriam impactados positivamente, mantendo tudo o mais constante.

Tabela 5 – Regressão de curto prazo entre os grupos que reciclam e não reciclam o imposto verde

Variáveis	Recicla	Não recicla
imp_verde	-23.50** (-7.91)	-10.89* (-5.046)
m_ch	12.57 (-9.853)	27.06 (-15.38)
ln_ch	-3.066 (-1.723)	-0.63 (-1.038)
k	0.359*** (-0.101)	0.131 (-0.0935)
ft_c	11.82 (-16.99)	-3.98 (-11.84)
imp_d	0.0298 (-0.29)	-0.223* (-0.0976)
pd_total	-9.9E-06 (-0.000191)	-1.6E-05 (-0.000098)
inf	0.0182 (-0.0659)	-0.0167*** (-0.00136)
bal_comercial	0.0714 (-0.0903)	0.00515 (-0.101)
bal_fiscal	0.149 (-0.166)	0.275*** (-0.0466)
gasto_prod	0.006 (-0.161)	-0.0118 (-0.0377)
c.imp_verde#c.imp_verde	-0.276 (-0.182)	0.169 (-0.273)
c.imp_verde#c.ln_PIB	2.516** (-0.775)	0.988* (-0.457)

ln_PIB	-0.713 (-0.421)	-4.870*** (-1.363)
mimp_verde	29.63** (-9.527)	8.181 (-7.175)
1.crisis	-2.983*** (-0.365)	-2.864*** (-0.299)
_cons	0 (.)	36.49*** (-9.571)
N	280	477

Fonte: Elaborado pelo autor

Notas: *, ** e *** indicam nível de significância em 10, 5 e 1%, respectivamente. O valor do erro padrão robusto se encontra em parênteses. As médias das variáveis que variam ao longo do tempo foram incluídas, mas não reportadas na tabela acima.

6 Conclusão

A crescente adoção de instrumentos financeiros como políticas ambientais, tais como os impostos verdes, lança questionamentos sobre o impacto dessa nova política no crescimento econômico. A teoria clássica macroeconômica apresentada em Blanchard (2007, p.132) aponta para um efeito negativo, enquanto Pearce (1991) relaciona a adoção dessas políticas com a teoria do duplo dividendo (melhora da qualidade ambiental e elevação das receitas governamentais). Em conjunto a isso, alguns países passaram a implementar tais medidas e em contrapartida diminuíram a carga tributária de impostos considerados distorcivos ao mercado. Visto as crescentes formas de aliar a preservação ambiental com menores distorções no mercado, este trabalho buscou encontrar se a implementação do imposto verde apresenta algum impacto econômico no curto e longo prazo.

Para analisar os possíveis efeitos do imposto verde sobre a economia, foi utilizado um modelo de efeitos aleatórios correlacionados para um painel de 37 países. O modelo usado permite a inserção de variáveis constantes no tempo, assim como a estimação dos efeitos contextuais.

As estimativas encontradas vão de encontro às de Hassanm, Oueslati e Rousselière (2020), no qual este trabalho se baseou. O aumento do imposto verde apresentou impactos negativos sobre o crescimento econômico no curto e longo prazo, condizendo com a teoria clássica macroeconômica de elevação dos custos de produção, resultando em perda de competitividade do país. Correspondente a esse resultado, o efeito contextual estimado apresentou impactos positivos sobre a economia de países que mantêm constante o seu nível de receitas do imposto verde em relação ao PIB. Isto é, uma elevação mundial do imposto verde resultaria em uma maior competitividade daqueles países que não participarem. Assim, os incentivos para não implementar ou de não aumentar o imposto verde são grandes.

Ao diferenciar entre os países que reciclam e os que não reciclam os impostos ambientais, notou-se que os que reciclam obtiveram impactos negativos mais preponderantes. Uma possível explicação seria que as medidas compensatórias têm se mostrado mais prejudiciais que a não utilização dessas medidas. Para um futuro estudo, seria interessante entender como cada uma dessas medidas compensatórias afetam a economia. Uma possível contrapartida seria maiores investimentos em educação, visto que esse foi um fator positivo predominante sobre o crescimento econômico no estudo feito.

7 Referências

ABDULLAH, S.; MORLEY, B. Environmental taxes and economic growth: evidence from panel causality tests. *Energy Economics*, n 42, p. 27–33, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2013.11.013>.

ANDERSEN, M. S.; BARKER, T.; CHRISTIE, E.; EKINS, P.; GERALD, F. J.; JILKOVA, J. Competitiveness Effects of Environmental Tax Reforms. Summary Report to the European Commission, DG Research and DG Taxation and Customs Union, 2007. Disponível em: http://www2.dmu.dk/Pub/COMETR_Summary_Report.pdf.

ALOI, M.; TOURNEMAINE, F. Growth effects of environmental policy when pollution affects health, *Economic Modelling*. *Economic Modelling*, v. 28, n. 4, p. 1683-1695, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2011.02.035>.

BARRO, R. Government spending in a simple model of endogenous growth. *Journal of Political Economy*, v. 98, 1990. Disponível em: <https://www.journals.uchicago.edu/doi/10.1086/261726>

BARRO, R. J.; SALA-I-MARTIN, X. Public Finance in Models of Economic Growth, *The Review of Economic Studies*, Volume 59, Issue 4, September 1992, Pages 645–661, <https://doi.org/10.2307/2297991>

BARRO, R J.; SALA-I-MARTIN, Xavier. *Economic growth*. 2nd ed. New York: MIT Press, 653 p., 2004. ISBN 9780262025539

BESSARIA, C. N; JUNIOR, J. L. S. N.; SILVA, J. A. Crescimento Econômico e Inovação: Uma Análise através do VAR em Painel Para os Países da OCDE. In: XXIII ENCONTRO DE ECONOMIA DA REGIÃO SUL, 2020, Rio de Janeiro. Disponível em: <http://www.anpec.org.br/novosite/br/xxiii-encontro-de-economia-da-regiao-sul--artigos-selecionados>

BLANCHARD, Olivier. *Macroeconomia*. 4. ed. São Paulo: Pearson/Prentice Hall, 2007. 602 p.

ANTONAKIS, J.; BASTARDOZ, N.; RÖNKKÖ, M. On Ignoring the Random Effects Assumption in Multilevel Models: Review, Critique, and Recommendations. *Organizational Research Methods*. Volume 24. Disponível em:

<https://www.researchgate.net/publication/336608555> On Ignoring the Random Effects Assumption in Multilevel Models Review Critique and Recommendations.

BLEANEY, M. F; KNELLER, R.; GEMMELL N. Fiscal policy and growth: evidence from OECD countries. *Journal of Public Economics*, v. 74, n. 2, p. 171-190, 1999. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0047272799000225>

BORGES, B. IPCA bem abaixo do piso abre janela única para implementar carbon tax no Brasil e ajudar a saldar o custo fiscal da crise atual. Blog do Ibre, 7 out. 2020. Disponível em: <https://blogdoibre.fgv.br/autores/braulio-borges>.

BOSQUET, B. Environmental tax reform: does it work? A survey of the empirical evidence. *Ecological Economics*, v 34, n. 1, p. 19-32, 2000. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(00\)00173-7](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(00)00173-7).

BOVENBERG, L. A.; MOOJI, R. A. Environmental tax reform and endogenous growth, *Journal of Public Economics*. *Journal of Public Economics*, v. 63, n. 2, p. 207-237, 1997. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0047-2727\(96\)01596-4](https://doi.org/10.1016/S0047-2727(96)01596-4).

BOVENBERG, L. A.; SMULDERS, S. Environmental quality and pollution-augmenting technological change in a two-sector endogenous growth model. *Journal of Public Economics*, v. 57, n. 3, p. 369-391, 1995. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/0047-2727\(95\)80002-Q](https://doi.org/10.1016/0047-2727(95)80002-Q).

BUEREN, E. V. Environmental Policy. *Encyclopædia Britannica, inc.*, 2019. Disponível em: <https://www.britannica.com/topic/environmental-policy>.

CARRARO, C.; GALEOTTI, M.; GALLO, M. Environmental taxation and unemployment: Some evidence on the ‘double dividend hypothesis’ in Europe. *Journal of Public Economics*, v. 62, n. 1–2, p. 141-181, 1996. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/0047-2727\(96\)01577-0](https://doi.org/10.1016/0047-2727(96)01577-0).

CARSON, R. *Silent Spring*. Boston: Houghton Mifflin, 1962.

CASTELAR, L. I. M.; LINHARES, F. C.; PENNA, C. M. Efeitos do investimento sobre o crescimento no Brasil: ampliando o teste empírico de Jones (1995). *Pesquisa e Planejamento Econômico*, Rio de Janeiro, v. 40, n. 2, p. 213-235, 2010.

EKINS, P.; POLLIT, H.; SUMMERTON, P.; CHEWPREECHA, U. Increasing carbon and material productivity through environmental tax reform. *Energy Policy*, n. 42, p. 365–376, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2011.11.094>.

ELLIS, K. Must developing countries sacrifice growth to save the planet?. Overseas Development Institute, Londres, Dezembro de 2009. Disponível em: <https://www.odi.org/sites/odi.org.uk/files/odi-assets/publications-opinion-files/5526.pdf>

EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY. Environmental taxes - Recent developments in tools for integration. *Environmental Issue report*, n. 18, 2000. 85 p. Disponível em: https://www.eea.europa.eu/publications/Environmental_Issues_No_18

EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY. Environmental taxes – Implementation and Environmental Effectiveness. *Environmental issue report*, n. 1, 1996. 85 p. Disponível em: https://www.eea.europa.eu/publications/Environmental_Issues_No_18

EWIJK, C. V.; WIJNBERGEN, S. Can abatement overcome the conflict between environment and economic growth?. *The Economist*, n. 143, p. 197–216, 1995. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/BF01384535>.

FISCHER, S. Growth, Macroeconomics, and Development. NBER Working Paper, n. 3702, 1991.

FISCHER, S. The Role of Macroeconomic Factors in Growth. *Journal of Monetary Economics*, n. 32, pp. 485-512, 1993.

FERREIRA, A. R. P. G. História do Movimento Ambientalista: a sua trajetória no Piauí. 2008. 128 f. Tese de Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2008. Disponível em: http://www.dominiopublico.gov.br/pesquisa/DetalheObraForm.do?select_action=&co_obra=154229.

GAVRAS, Douglas. Taxa sobre carbono pode aliviar dívida. *O Estado de São Paulo*, 8 Set. 2020. Disponível em: <https://economia.estadao.com.br/noticias/geral,taxa-sobre-carbono-pode-aliviar-divida,70003429096>.

HASSANM, M.; OUESLATI, W.; ROUSSELIÈRE, D. Environmental taxes, reforms and economic growth: an empirical analysis of panel data. *Economic Systems*, 2020, 100806. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ecosys.2020.100806>.

HETTICH, F. Growth effects of a revenue-neutral environmental tax reform. *Journal of Economics Zeitschrift für Nationalökonomie*, n. 67, p. 287–316, 1998. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/BF01234647>.

INSTITUTO ESCOLHAS. Taxação sobre carbono, competitividade e correção de distorções do sistema tributário: Impactos na economia brasileira. São Paulo: Instituto Escolhas, 2016. 87 p. Disponível em: <http://www.escolhas.org/wp-content/uploads/2016/09/taxacao-sobre-carbono-competitividade-e-correcao-de-distorcoes-do-sistema-tributario-Impactos-na-economia-brasileira.pdf>. Acesso em: 15 Nove. 2020.

JONES, C. I. and D. Vollrath. *Introduction to Economic Growth*. Norton, 2013.

JORDAN, A. Environmental Policy: Protection and Regulation. *International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences*, p. 46444-4651, 2001. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/B0-08-043076-7/04176-0>.

NAKADA, M. Does Environmental Policy Necessarily Discourage Growth? *Journal of Economics*, v. 81, n. 3, p. 249–275, 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s00712-002-0609-y>.

OECD. *Environmentally Related Taxes in OECD Countries: Issues and Strategies*. OECD Publishing, 2001. Disponível em: <https://doi.org/10.1787/9789264193659-en>.

OUESLATI, W. Environmental tax reform: Short-term versus long-term macroeconomic effects. *Journal of Macroeconomics*, v. 40, p. 190-201, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jmacro.2014.02.004>.

PAUTREL, X. Pollution and life expectancy: How environmental policy can promote growth. *Ecological Economics*, v. 68, n. 4, p. 1040-1051, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2008.07.011>.

PIGOU, A. C. The Economics of Welfare. *The Economic Journal*, v. 31, n. 122, p. 206–213, 1921. Disponível em: <https://doi.org/10.2307/2222816>.

PEARCE, D. The Role of Carbon Taxes in Adjusting to Global Warming. *Economic Journal*, vol. 101, n. 407, p. 938-48, 1991.

TRISTÃO, Virgínia Talaveira Valentini. *Imposto verde: um tributo à natureza*. Tese (Mestrado em Administração Pública e Governo) – Curso de Mestrado em Administração

Pública e Governo, Faculdade Getúlio Vargas Escola de Administração de Empresas de São Paulo, São Paulo, 1999.

SAHIN, Bergum Erdil. The Relationship Between R&D Expenditures and Economic Growth: Panel Data Analysis 1990-2013. In: EY International Congress on Economics II (EYC2015), n. 207, 2015, Ankara. Turkey: Ekonomik Yaklasim Association, 2015.

SCHUNCK, R. Within and between Estimates in Random-Effects Models: Advantages and Drawbacks of Correlated Random Effects and Hybrid Models, The Stata Journal vol. 2013, n. 1, p. 65-76, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/1536867X1301300105>.

SYSTEM OF ENVIRONMENTAL-ECONOMIC ACCOUNTING 2012 – CENTRAL FRAMEWROK. Nova Iorque: Nações Unidas, 2014, 346 p. Disponível em: https://unstats.un.org/unsd/envaccounting/seearev/seea_cf_final_en.pdf.

SOLOW, Robert. A Contribution to the Theory of Economic Growth, The Quarterly Journal of Economics, 70, issue 1, p. 65-94, 1956. Disponível em: <https://EconPapers.repec.org/RePEc:oup:qjecon:v:70:y:1956:i:1:p:65-94>

WOOLDRIDGE, J. M. Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data. 2. ed. MIT Press, 2010.

WOOLDRIDGE, Jeffrey. M. Introdução à econometria: uma abordagem moderna – Tradução da 6ª edição norte-americana. Cengage Learning Brasil, 2018. 9788522126996. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788522126996/>. Acesso em: 19 out. 2021.

Apêndice A – Descrição e fonte das variáveis

	Código	Descrição	Fonte
Variável resposta (y_{it})	PIB_c	Taxa de crescimento do PIB per capita, calculado com base na paridade do poder de compra (PPP) em 1994 em dólares americanos.	WDI
Variável explicativa ($IMPV_{it}$)	imp_verde	Receita total de todos os impostos relacionados ao meio ambiente como porcentagem do PIB.	OCDE
Vetor de variáveis dummy para anos (λ_t)	crises	Dummy para crises econômicas tais como 2001, 2009 e 2012.	
Vetor de variáveis observáveis constantes no tempo (Z_i)	ln_PIB	Logaritmo natural do PIB per capita inicial. Foi considerado o valor do PIB per capita no ano de 1994 como inicial.	WDI
Vetor de variáveis controle variantes no tempo e entre países (W_{it})	m_ch	Mudança anual no nível do capital humano. Tal variável foi construída como a diferença anual no indicador de educação, componente do IDH. O indicador é composto pela escolaridade média e a expectativa de anos de escolaridade de uma criança.	UNCTAD
	ln_ch	Logaritmo natural do capital humano inicial defasado um período. Para o capital humano foi utilizado o indicador de educação, componente do IDH.	UNCTAD
	k	Formação de capital fixo em porcentagem do PIB.	WDI
	ft_c	Taxa de crescimento anual da força de trabalho. Tal variável foi construída de tal forma: $ft_c = ([ft_c]_t / [ft_c]_{(t-1)}) - 1$	WDI
	pd_total	Número de novas ideias economicamente úteis de utilidade no Escritório Europeu de Patentes (EPO).	OCDE
	imp_dist	Receita de impostos distorcionários em porcentagem	FMI

		do PIB. Foi considerado como distorcivo os impostos incidentes sobre a renda, lucros e ganhos de capital, folha de pagamento e força de trabalho, bem como as contribuições previdenciárias como percentual do PIB.	
	bal_fiscal	Déficit do governo geral como porcentagem do PIB	OCDE
	gasto_prod	Gastos produtivos do governo em porcentagem do PIB. Tal indicador foi construído como a soma de das despesas em educação, saúde, ordem pública, segurança, habitação e defesa.	OCDE
	bal_comercial	Balança comercial em porcentagem do PIB. Construído como a diferença entre exportação e importação.	OCDE
	inf	Taxa de inflação anual.	WDI

Apêndice B – Análise de Resíduos

