

GLAUCIA DE ALMEIDA PADRÃO

**REGULAÇÃO AMBIENTAL E COMÉRCIO INTERNACIONAL:
FLUXOS COMERCIAIS DE GRÃOS BRASIL - OCDE**

Tese apresentada a Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Economia Aplicada, para a obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
FEVEREIRO 2014

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e Classificação da
Biblioteca Central da UFV

T

P124r
2014 Padrão, Gláucia de Almeida, 1987-
 Regulação ambiental e comércio internacional : fluxos comerciais de
 grãos Brasil - OCDE / Gláucia de Almeida Padrão. - Viçosa, MG, 2014.
 xix, 157f. : il. ; 29 cm.

Inclui anexo.

Orientador: Viviani Silva Lirio.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.

Referências bibliográficas: f.136-148.

1. Proteção ambiental. 2. Economia ambiental. 3. Comercio
internacional. I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de
Economia Rural. Programa de Pós-graduação em Economia Aplicada.
II. Título.

CDD 22. ed. 333.72

GLAUCIA DE ALMEIDA PADRÃO

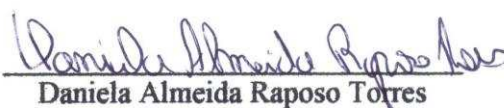
**REGULAÇÃO AMBIENTAL E COMÉRCIO INTERNACIONAL:
FLUXOS COMERCIAIS DE GRÃOS BRASIL - OCDE**

Tese apresentada a Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Economia Aplicada, para a obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

APROVADA: 21 de fevereiro de 2014.



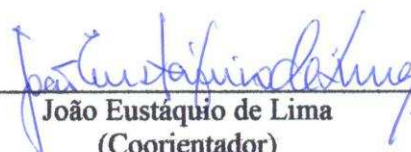
Suely de Fátima Ramos Silveira



Daniela Almeida Raposo Torres



Dênis Antônio da Cunha



João Eustáquio de Lima
(Coorientador)



Viviani Silva Lirio
(Orientadora)

*"Se a Terra tiver que perder a grande parte de amenidades
que deve a coisas que o aumento ilimitado da riqueza
e da população extirparem dele,
simplesmente para possibilitar à Terra sustentar uma população maior,
mas não uma população melhor ou mais feliz, espero sinceramente,
por amor à posteridade, que a população se contente
com permanecer estacionária, muito antes que
a necessidade a obrigue a isso".*

John Stuart Mill

*Aos meus pais: Estela e Cláudio.
Ao meu noivo: Wistheimer.
E ao meu irmão: Pablo.*

AGRADECIMENTOS

À Deus, que é mentor de todas as coisas maravilhosas que acontecem em minha vida, pelas oportunidades que coloca em meu caminho e por sempre estar ao meu lado guiando meus passos.

Aos meus pais, Estela e Cláudio, ao meu irmão, Pablo, e ao meu noivo, Wistheimer, por me dedicarem toda a atenção e amor incondicional, mesmo nos momentos mais difíceis. Pela torcida e apoio nas adversidades e pela alegria nas vitórias. Por sempre estarem ao meu lado me apoiando e sendo fonte de motivação para continuar nesta caminhada, e por entender e respeitar minha ausência em toda esta trajetória.

Aos tios Iara, Jairo (*In memoriam*) e Beatriz (*In memoriam*) pelo apoio e pelo estímulo a ter sempre em mente que estudar é libertador.

À minha sogra, Gislaine, pelas palavras sábias e pelo encorajamento. Aos queridos sobrinhos que me mostram sempre o valor das coisas mais simples. E aos cunhados pelo carinho e incentivo, em especial à Kellycinaily.

À minha querida orientadora Viviani, pelos ensinamentos, atenção, gentileza e amizade.

Aos meus co-orientadores, Prof. Jason Duarte, Prof. João Carlos Garcia e Prof. João Eustáquio de Lima que foram indispensáveis ao sucesso deste trabalho, por me orientarem e acolherem este trabalho com carinho. Ao Cid Sanches, Gerente de Planejamento da Aprosoja, que contribuiu de forma significativa neste trabalho e esteve à disposição quando foi necessário.

A todos os professores do Departamento de Economia Rural, que contribuíram para minha formação como pessoa e como profissional.

A todos os funcionários do Departamento de Economia Rural, pelo carinho, atenção e colaboração no dia-a-dia. Em especial, à Carminha, que sempre esteve à disposição e me acolheu com carinho maternal.

À Universidade Federal de Viçosa, especificamente ao Departamento de Economia Rural na figura do Programa de Pós-Graduação em Economia Aplicada, por ter contribuído para minha formação profissional e por permitir meu ingresso no mestrado e doutorado. Agradeço também ao CnPQ, Capes e Fapemig por me conceder bolsas de estudo para a realização do doutorado.

Aos amigos queridos que sempre me apoiaram e estiveram presentes em minha vida, mesmo à distância. Em especial, agradeço ao Alexandre, Débora, Fernanda, Geovânia, Graciela, Luziete, Meryele, Mirian, Paulo, Reginaldo, Roni e Samuel, - amigos que guardarei com muito carinho –, com os quais eu sei que posso contar sempre e que terão meu apoio incondicional.

BIOGRAFIA

Gláucia de Almeida Padrão, filha de Cláudio Manoel Padrão de Oliveira e Estela de Jesus Padrão, nasceu em Sete Lagoas, MG, no dia 12 de janeiro de 1987.

Em fevereiro de 2005, iniciou o Curso de graduação em Ciências Econômicas pelo Centro Universitário de Sete Lagoas, graduando-se em dezembro de 2008.

Em março de 2009, ingressou no Programa de Pós-Graduação, em nível de Mestrado em Economia Aplicada, da Universidade Federal de Viçosa, submetendo-se à defesa da dissertação em dezembro de 2010.

Em março de 2011, ingressou no Programa de Pós-Graduação, em nível de Doutorado em Economia Aplicada, da Universidade Federal de Viçosa, submetendo-se a defesa de tese em fevereiro de 2014.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	x
LISTA DE FIGURAS	xii
RESUMO	xiv
ABSTRACT	xvii
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. O problema e sua importância	12
1.2. Hipótese.....	23
1.3. Objetivos.....	23
2. REFERENCIAL TEÓRICO	24
2.1. O modelo de comércio de Heckscher-Ohlin	26
2.2. A hipótese de Pollution Haven	37
2.3. Regulação ambiental dos países da OCDE e Brasil	40
3. METODOLOGIA	71
3.1. O modelo gravitacional	71
3.2. Abordagem de Anderson e van Wincoop	75
3.3. Método de estimação da equação empírica	84
3.3.1. O Modelo Tobit	84
3.4. Construção do Índice de Regulação Ambiental de Macro Políticas e de Políticas Agrícolas	86
3.5. Fonte de dados	91
4. RESULTADOS	95
4.1. Análise preliminar dos dados	95
4.2. Estimação e análise do IPRAM, IRAM, IPRAA e IRAA pra os países da OCDE e Brasil.	99

4.3. Efeitos da regulação ambiental sobre os fluxos de comércio de grãos entre Brasil-OCDE	112
5. RESUMO E CONCLUSÕES.....	129
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	136
ANEXOS.....	149
ANEXO A	150

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Tipos de Instrumentos de Política Ambiental	5
Tabela 2 - Estudos que investigaram o impacto da regulação ambiental sob a hipótese de Pollution Haven.....	11
Tabela 3 - Problemas ambientais locais e externos causados pela agricultura	15
Tabela 4 - Emissões de poluentes e utilização de fertilizantes na produção agrícola no ano de 2010.	19
Tabela 5 - Pesos (como % do EPI), Fonte de dados e alvo político das categorias e subcategorias dos objetivos políticos dos indicadores.	44
Tabela 6 - Média e posicionamento do Brasil nos índices de desempenho ambiental.	65
Tabela 7 - Definição, descrição e fonte de dados das variáveis utilizadas no estudo.....	91
Tabela 8 - Média, desvio padrão, valor mínimo e máximo das variáveis consideradas no estudo.....	97
Tabela 1 - Fatores obtidos por Análise Fatorial por Componentes Principais - Variáveis Macro Políticas	100
Tabela 2 - Cargas Fatoriais após Rotação <i>Varimax</i> e coeficientes utilizados para estimar os escores - Variáveis Macro Políticas.....	100
Tabela 3 - Pesos relativos, estatística t e significância e elasticidade dos indicadores na construção do IPRAM.....	101
Tabela 4 - Índice de Regulação Ambiental de Macro Políticas por países da OCDE e Brasil, média dos anos 2000 a 2010.	103

Tabela 5 - Fatores obtidos por Análise Fatorial por Componentes Principais - Variáveis de Política Agrícola.....	105
Tabela 6 - Cargas Fatoriais após Rotação Varimax e coeficientes utilizados para estimar os escores - Variáveis de Políticas Agrícolas	106
Tabela 7 - Pesos relativos, estatística t e significância e elasticidade dos indicadores na construção do IPRAA.	106
Tabela 8 - Índice de Regulação Ambiental de Políticas Agrícolas por países da OCDE e Brasil, média dos anos 2000 a 2010.	108
Tabela 9 - Definição dos países por grupos de restritividade da regulação ambiental - Análise de <i>Clusters</i>	110
Tabela 18 - Estimativas das equações gravitacionais para o Modelo 1.....	113
Tabela 19 - Estimativas das equações gravitacionais para o Modelo 2.....	118
Tabela 20 - Estimativas do Modelo Gravitacional por Tobit, Modelo 3.....	122

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Evolução do Valor das Exportações de grãos no período de 2000 a 2010, em milhões de US\$.	14
Figura 3 - Mapa mental dos aspectos do problema de pesquisa.....	21
Figura 4 - Escolha da razão K/L ótima na produção de X	31
Figura 5 - Efeito da alteração na razão w/r.....	32
Figura 6 - Escolha dos insumos dados os seus preços.....	33
Figura 7 - Relação entre o preço dos insumos e o preço dos bens	34
Figura 8 - Escolha dos fatores de produção e preços dos bens.....	35
Figura 11 - Esquema gráfico da hipótese de <i>Pollution Haven</i>	40
Figura 12 - Construção do Índice de Performance Ambiental - EPI.....	42
Figura 13 - Índice geral de desempenho ambiental - EPI, 2000 e 2010.....	47
Figura 14 - Índice de saúde ambiental - EH, 2000 e 2010.	48
Figura 15 - Índice de poluição do ar - EVAIR, 2000 e 2010.	50
Figura 16 - Índice de poluição da água - EVWATER, 2000 e 2010.	51
Figura 17 - Índice de biodiversidade e habitat - EVBH, 2000 e 2010	52
Figura 18 - Índice de agricultura - EVAG, 2000 e 2010.	54
Figura 19 - Índice de mudanças climáticas - EVCLIMATE, 2000 e 2010.	55
Figura 20 - Índice de Subsídios Agrícolas - AGSUB, 2000 e 2010.....	57
Figura 21 - Índice de Regulamentação do Uso de Pesticidas - POPs, 2000 e 2010.	58
Figura 22 - Índice de Proteção dos Biomas - PACOV, 2000 e 2010.	60
Figura 23 - Índice de Crescimento do Estoque de Florestas - FORGROINV, 2000 e 2010.	61

Figura 24 - Índice de Mudança na Cobertura Florestal - FORCOINV, 2000 e 2010.	63
Figura 25 - Índice de Emissões de CO2 por Produto Interno Bruto - CO2GDP, 2000 e 2010.	64
Figura 26 - Evolução dos índices de macro políticas, média de 2000 a 2010.	68
Figura 27 - Evolução dos índices de políticas agrícolas, média de 2000 a 2010.	68

RESUMO

PADRÃO, Gláucia de Almeida, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2014. **Regulação Ambiental e Comércio Internacional: Fluxos Comerciais de Grãos Brasil - OCDE**. Orientadora: Viviani Silva Lirio. Co-Orientadores: Jason de Oliveira Duarte, João Carlos Garcia, João Eustáquio de Lima.

As últimas três décadas do século XX foram marcadas pela crescente preocupação com a relação entre o crescimento econômico e o meio ambiente; preocupação esta que foi gerada pelos conservacionistas influenciados pelas idéias *malthusianas* de escassez dos recursos, mostrando a necessidade de repensar os padrões de produção e consumo. Novos instrumentos de política pública passaram a ser incorporados na década de 1980, com o objetivo principal de reduzir o *trade-off* entre o crescimento econômico e a preservação dos recursos naturais. Quando se tem em mente as relações comerciais entre países, o debate tem gerado crescente interesse nos fóruns de discussão, mas é também marcado por controvérsias. Por um lado estão os defensores do livre comércio, que acreditam que um comércio internacional sem barreiras é promotor de crescimento, geração de renda, redução das desigualdades, e conseqüentemente, da preservação ambiental. Por outro lado, os

ambientalistas defendem que a liberalização comercial faria com que os países desenvolvidos se beneficiassem em detrimento dos países menos desenvolvidos, além de estimular práticas produtivas promotoras da destruição do meio ambiente. Dessas discussões emergiram duas abordagens principais que têm sido utilizadas em importantes estudos empíricos sobre o tema: a hipótese de *Pollution Haven*, que argumenta que as diferenças de padrões ambientais existentes entre os países, levam a uma realocação das indústrias poluentes dos países com regulação ambiental rígida para os países com regulação menos rígida (em geral países em desenvolvimento); e a hipótese de Porter e van der Linde (1995), pela qual a restrição ambiental não reduz a competitividade da indústria em um país; podendo aumentar a competitividade da mesma se a política ambiental for bem definida. É sabido que, historicamente, sempre houve diferenças entre os países desenvolvidos e em desenvolvimento, no que tange a formulação de políticas ambientais, marcadas por uma política mais restritiva nos primeiros em comparação com os segundos. Este estudo foi conduzido de maneira a testar empiricamente a hipótese de *Pollution Haven* para o comércio de grãos brasileiros com destino aos países da OCDE, utilizando como *proxy* para a restritividade da regulação ambiental os índices de performance ambiental - EPI, e tendo como modelo para testar a equação empírica o modelo gravitacional. Analisando os índices de desempenho ambiental para o Brasil e para os países da OCDE, observou-se grande discrepância entre os países no que tange à formulação de políticas ambientais, haja vista que a regulação ambiental interna é determinada pelos interesses políticos, econômicos e sociais de cada país. No que tange o Brasil, este se encontra classificado abaixo de países desenvolvidos da OCDE na maior parte dos índices, indicando que a regulação ambiental brasileira é menos restritiva em relação aos principais países da OCDE. Isto pode resultar em um entrave às práticas produtivas sustentáveis, uma vez que o interesse global e o bem estar coletivo são postos de lado, em prol do crescimento econômico desordenado e práticas produtivas mais baratas. Os resultados do modelo gravitacional mostraram que a regulação ambiental mais restritiva

praticada pelos países da OCDE tendem a intensificar as exportações brasileiras dos grãos considerados neste estudo, nas diferentes categorias de política ambiental, o que indica a comprovação da hipótese de *Pollution Haven*. Concluiu-se, portanto, que a fiscalização ineficiente das normas ambientais e um abrandamento da regulação ambiental, podem ser explicações para os resultados obtidos. Este resultado torna-se ainda mais grave quando o Brasil tem sua regulação ambiental comparada com países desenvolvidos, indicando que o país tem caminhado na contramão das propostas mundiais de melhoria da qualidade e proteção do meio ambiente, apesar dos progressos feitos com os inúmeros acordos internacionais assinados pelo Brasil. Assim, este estudo constitui um avanço no que tange a análise dos efeitos causados pela regulação ambiental nos fluxos de comércio entre o Brasil e os países pertencentes a OCDE, e chama a atenção para o desenvolvimento e utilização de metodologias mais específicas que abordem o tema, considerando não apenas o aspecto ambiental, mas todos os aspectos considerados pela sustentabilidade, a saber, a economia, o meio ambiente e a sociedade.

ABSTRACT

PADRÃO, Gláucia de Almeida, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, February of 2014. **Environmental Regulation and International Trade: Trade Flows Grain Brazil - OECD.** Adviser: Viviani Silva Lirio. Co-Adviser: Jason de Oliveira Duarte, João Carlos Garcia, João Eustáquio de Lima.

The last three decades of the twentieth century were marked by growing concern about the relationship between economic growth and the environment, a concern that was raised by conservationists influenced by Malthusian ideas of scarcity of resources, showing the need to rethink the patterns of production and consumption. New policy instruments began to be incorporated in the 1980s, with the main objective to reduce the trade-off between economic growth and conservation of natural resources. When one has in mind the trade relations between countries, the debate has generated increasing interest in the discussion forums, but is also marked by controversy. On one side are the proponents of free trade, who believe that international trade without barriers is a growth promoter, generating income, reducing inequality, and consequently the environmental preservation. On the other hand, environmentalists argue that trade liberalization would cause the benefit

of developed countries from less developed countries, addition to stimulating production practices promoting the destruction of the environment. From these discussions emerged two main approaches that have been used in major empirical studies on the topic: the Pollution Haven hypothesis, which argues that differences in environmental standards between countries, leading to a relocation of polluting industries from countries with strict environmental regulation to countries with less strict regulation (generally in developing countries), and the hypothesis of Porter and van der Linde (1995), in which the environmental restriction does not reduce the competitiveness of industry in a country, and could increase the competitiveness of the same environmental policy is well defined. It is known that, historically, there have always been differences between developed and developing countries, regarding the formulation of environmental policies, marked by a more restrictive policy in the first compared with the latter. This study was conducted in order to empirically test the hypothesis Pollution Haven to trade for Brazilian grain bound for OECD countries, using as a proxy for the restrictiveness of environmental regulation indices of environmental performance - EPI, and taking as a model to test the empirical equation the gravity model. Analyzing the environmental performance indices for Brazil and OECD countries, there was a significant discrepancy between the countries with regard to environmental policy-making, given that domestic environmental regulation is determined by political, economic and social interests of each country. Regarding Brazil, this is rated below the OECD developed in most countries indices, indicating that the Brazilian environmental regulation is less restrictive in relation to the main OECD countries. This can result in a barrier to sustainable production practices, since the overall interest and collective welfare are set aside in favor of disordered economic growth and cheaper production practices. The results of the gravity model showed that the most restrictive environmental regulation practiced by OECD countries tend to intensify the Brazilian exports of grains considered in this study, the different categories of environmental policy, which indicates proof of the Pollution

Haven hypothesis. Therefore, it was concluded that the ineffective law enforcement of environmental regulations and a slowdown of environmental regulation, may be explanations for the results. This result becomes even more serious when Brazil has its environmental regulation compared with developed countries, indicating that the country has moved in the opposite direction of global proposals to improve the quality and protection of the environment, despite the progress made with the numerous international agreements signed by Brazil. This study is a step forward with respect to analysis of the effects caused by environmental regulation on trade flows between Brazil and the countries of the OECD countries, and draws attention to the development and use of more specific methodologies that address the issue, considering not only the environmental aspect, but considered all aspects of sustainability, namely the economy, environment and society.

1. INTRODUÇÃO

A ação antrópica tem efeitos evidentes sobre o meio ambiente, sobretudo no que concerne ao avanço das atividades produtivas sobre as áreas de floresta, margens de rios e montanhas. De acordo com Romeiro (2010), a agricultura foi responsável pela mudança na relação existente entre o homem e os recursos naturais, que até então era de coexistência. A agricultura provoca uma mudança radical no ecossistema por meio, por exemplo, da substituição de uma imensa variedade de espécies florestais pelo cultivo de poucas espécies. Entretanto, esta atividade pode não ser necessariamente incompatível com a preservação ambiental, desde que se adotem sistemas de produção dotados de mecanismos de regulação ecológica, como por exemplo, a rotação de culturas.

O progresso tecnológico iniciado com a Revolução Industrial, ao passo que mascara os efeitos ambientais provocados pela produção em escala, em função do aumento da produtividade, pode também ser um aliado no estabelecimento de processos produtivos sustentáveis. Isto se dá pelo fato de o aumento de produtividade, respeitada a capacidade de carga do planeta, levar a

uma necessidade menor de recursos ambientais para produção, ou seja, "o progresso tecnológico pode atenuar esta pressão, mas não eliminá-la" (ROMEIRO, 2010, p. 7).

No entanto, segundo Barbieri (2011), a inquietação gerada pelos problemas ambientais descontrolados provenientes dos processos de crescimento e desenvolvimento econômico veio lentamente e foi sentida de forma diferenciada pelos grupos sociais, a saber, governo, organizações internacionais, sociedade civil, entre outros. Os primeiros sinais de preocupação com esta relação datam do início da década de 1960 quando Carson (1962) publicou o livro intitulado *Primavera Silenciosa*, onde as discussões internacionais sobre o meio ambiente passaram a vigorar. Nessa mesma década, em 1968, foi realizada pela *United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization* (UNESCO), a Conferência Intergovernamental sobre as bases Científicas para o Uso e Conservação Racional dos Recursos da Biosfera - Conferência da Biosfera, com o intuito de discutir a conservação da biosfera.

As discussões iniciais tiveram enfoque exclusivamente científico, mas levaram à constituição do Clube de Roma em 1968, que incorporou ao debate outros grupos sociais, como industriais e políticos, e difundiu grande parte das idéias neomalthusianas de crescimento zero em seu relatório denominado *Os Limites do Crescimento*, cuja edição foi liderada por Meadows et al. (1972). As conclusões do relatório eram pessimistas. Ao fazer uma projeção de cem anos, mantidas as tendências de crescimento econômico e desconsiderando a possibilidade de progresso técnico, o resultado mais provável seria o declínio incontrolável da população mundial e da capacidade produtiva industrial. Essas ideias foram rejeitadas principalmente pelos países não desenvolvidos que necessitavam do crescimento para alcançar os níveis de bem-estar dos países ricos (BARBIERI, 2011). Além disso, muitos pensadores criticaram este documento, entre eles Solow (1974), que argumentava que os resultados catastróficos gerados pelo relatório eram decorrentes da desconsideração do

progresso tecnológico e a indicação de um crescimento zero tenderia a atingir diretamente os países pobres, que continuariam subdesenvolvidos.

A partir de então, com a evolução do pensamento sobre o assunto e a realização de fóruns mundiais sobre a sustentabilidade foi disseminada a ideia de ecodesenvolvimento, culminando em duas principais conferências da Organização das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento Humano (CNUMAD). A primeira ocorreu em 1972 e resultou em um documento intitulado Relatório Brundtland, publicado em 1987, indicando de que forma os países deveriam se adaptar para alcançar o crescimento econômico sustentável. A segunda conferência ocorreu em 1992, conhecida como Rio-92, cujo tema central era o desenvolvimento sustentável e os meios pelos quais se reverteria a degradação ambiental. Nesta última CNUMAD foram gerados vários relatórios, acordos e protocolos. Dentre eles, o principal é a Agenda 21 que, abordava temas como proteção ambiental, responsabilidade social e desenvolvimento econômico eficiente, indicando métodos a serem adotados pelos países para equilibrar esses três pilares. Além destas, foram realizadas outras três conferências para acompanhamento e revisão da Agenda 21: a Rio+5 em 1997 na sede da Organização das Nações Unidas (ONU), a conferência para complementação da Agenda 21 intitulada Metas do Desenvolvimento do Milênio (2000) com foco no pilar da responsabilidade social e a Cúpula de Johannesburgo ou Rio+10 (2002) destinada à revisão das metas da Agenda 21, mas acabou direcionada para a questão social. Além destas, em 2012 foi realizada a Rio+20 que marcou os vinte anos desde a primeira CNUMAD e teve como objetivos principais estabelecer as bases para uma economia verde e discutir os aspectos institucionais do desenvolvimento sustentável.

Pelo conceito de desenvolvimento sustentável, que ocupou o lugar do ecodesenvolvimento, reconhece-se que é possível relativizar os limites ambientais do crescimento econômico através do progresso tecnológico. Entretanto, sabe-se que o progresso tecnológico não elimina os limites

ambientais e que o crescimento econômico não é condição suficiente para eliminação da pobreza e das disparidades sociais.

Como os recursos naturais são exauríveis, e o ecossistema é um fator limitante ao crescimento da economia e nos encontramos próximos do limite ecossistêmico, faz-se necessário regulamentar a utilização dos recursos ainda existentes. É nesta perspectiva que aparece a política ambiental. De acordo com Lustosa et al. (2010), a política ambiental surge para reduzir os impactos da ação antrópica por meio de instrumentos e metas estipuladas consensualmente. Essas políticas se tornaram notórias principalmente nos países industrializados, refletindo nas relações de comércio internacional com o surgimento das "barreiras verdes" ou barreiras não tarifárias.

Em nível mundial, a política ambiental se deu em três fases. A primeira fase - teve início no fim do século XIX e estendeu-se até a Segunda Guerra Mundial -, foi marcada pela acirrada intervenção governamental para resolver problemas ambientais específicos, onde as vítimas de externalidades negativas recorriam aos tribunais contra os "poluidores". Ao longo do tempo as disputas em tribunais se tornaram morosas, resultando na acumulação de casos de uma mesma região. Para resolver este problema, deu-se início à segunda fase (início da década de 1950), marcada pelas políticas de comando e controle (*Command and Control Policy*) e caracterizada por dois aspectos bem definidos: i) imposição de padrões de emissão sobre a produção final, e; ii) indicação da melhor tecnologia para cumprimento dos padrões de emissão. Deve-se ressaltar que estas políticas puras de comando e controle apresentam sérios problemas em sua execução, a saber, implementação morosa; indicação quase exclusiva de tecnologias de final de tubo (*end-of-pipe*) por falta de informações específicas dos agentes poluidores; entre outros. Em função destas falhas, enceta-se a terceira fase da política ambiental que mescla as políticas de comando e controle com os instrumentos econômicos de internalização de custos ambientais, onde os padrões de emissões passam a ser instrumentos de uma política baseada em metas a serem cumpridas. Esta fase é

marcada pela adoção, por exemplo, dos padrões de qualidade pelas empresas e instrumentos de política de combate à poluição (LUSTOSA et al., 2010).

Ainda conforme Lustosa et al. (2010), os instrumentos de política ambiental surgem como forma de internalização dos custos ambientais por parte do agente poluidor e se dividem em três grandes grupos: comando e controle, instrumentos econômicos ou de mercado e instrumentos de comunicação (Tabela 1).

Tabela 1 - Tipos de Instrumentos de Política Ambiental

Comando e Controle	Instrumentos Econômicos	Instrumentos de Comunicação
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Controle ou proibição de produto; ▪ Controle de processo; ▪ Proibição ou restrição de atividades; ▪ Especificações tecnológicas; ▪ Controle do uso de recursos naturais; ▪ Padrões de poluição para fontes específicas. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Taxas e tarifas; ▪ Subsídios; ▪ Certificados de emissão transacionáveis; ▪ Sistemas de devolução de depósitos. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fornecimento de informação; ▪ Acordos; ▪ Criação de redes; ▪ Sistema de gestão ambiental; ▪ Selos ambientais; ▪ Marketing ambiental.

Fonte: Lustosa et al., 2010.

Os instrumentos de comando e controle são caracterizados pela regulação direta dos locais emissores de poluentes. Nestes, o órgão regulador estabelece um padrão de emissões a ser cumprido e uma série de penalidades decorrentes do não implemento dos acordos estabelecidos. Apesar de serem eficientes no controle de dados ambientais, os instrumentos de comando e controle geram altos custos por exigir fiscalização contínua e podem ser injustos por não analisar cada agente poluidor de forma específica. Os instrumentos econômicos por outro lado, procuram fazer com que os agentes poluidores internalizem os custos ambientais por eles gerados. Estes são superiores aos instrumentos de comando e controle por gerar receitas fiscais e tarifárias; tratar de forma diferenciada os agentes poluidores em função de

seus custos de controle; estimular o uso de tecnologias menos poluidoras por meio de subsídios e de taxas e tarifas; atuar no início do processo de utilização dos recursos naturais e não no final (tecnologias de *end-of-pipe*) e evitar dispêndios na área jurídica para aplicação de penalidades. Por meio destes instrumentos os agentes podem negociar o seu padrão de emissões, ou seja, um "poluidor" pode emitir poluentes acima da média, desde que outro esteja disposto a reduzir suas emissões mediante compensações financeiras diretas (venda de certificados de poluição) ou indiretas (redução dos impostos). Já os instrumentos de comunicação atuam no sentido de conscientizar os agentes poluidores sobre os temas ambientais, com o intuito de que estes cooperem na busca de soluções ambientais (LUSTOSA et al., 2010).

No Brasil, o desenvolvimento da política ambiental ainda encontra-se em fase inicial. Lustosa et al. (2010), afirmam que o processo de industrialização não levou em consideração a questão ambiental, dando prioridade à instalação de indústrias intensivas em emissões para a produção de bens intermediários. Esta abertura às indústrias que utilizam sobremaneira recursos naturais e energia pode ser explicada por uma série de motivos. O primeiro deles é o estabelecimento tardio de normas ambientais e agências de controle para este fim, o que facilitou a implantação de indústrias altamente poluidoras no país sem grandes restrições ambientais. Outro grande motivo é a industrialização ter sido configurada por substituição das importações, o que culminou no privilégio às indústrias mais poluidoras por acreditar-se que o crescimento de uma economia não poderia ser baseado em produtos primários, devendo haver diversificação na base industrial. Além disso, os investimentos destinados ao II Plano Nacional de Desenvolvimento (II PND) voltaram-se para a expansão dos setores metalúrgicos e químico/petroquímico, com grande potencial poluidor. Além disso, segundo Leal et al. (2008) a rápida industrialização brasileira foi seguida por uma acelerada urbanização, de forma que a proteção ambiental foi desconsiderada neste processo.

Para amenizar os problemas ambientais gerados por esse processo de industrialização, o Brasil tem como principais instrumentos de regulação

ambiental os instrumentos de comando e controle, marcados por grande heterogeneidade entre as agências reguladoras e carência de pessoal técnico e recursos financeiros, o que dificulta a fiscalização efetiva. Esta situação gera também insegurança no meio empresarial, em virtude do grande número de regulamentos, instâncias de controle e possibilidade de aplicação de multas pelo não cumprimento de alguns destes regulamentos.

Nos aspectos relacionados ao comércio internacional, este debate tem gerado crescente interesse nos fóruns de discussão, mas é também marcado por controvérsias. Almeida et al. (2010) apontam para a existência de duas visões conflitantes no que tange a relação entre comércio e meio ambiente: os ambientalistas e os defensores do livre comércio. Para os ambientalistas, o grande crescimento econômico proporcionado pelo livre comércio é fonte de prejuízos ao meio ambiente, por haver maior necessidade de recursos naturais para aumentar a escala de produção. Além disso, argumentam que relações comerciais baseadas em competitividade, levam os países a adotar padrões ambientais domésticos estrategicamente mais baixos, para que estes possam apresentar um produto no mercado com menor custo de produção e em maior escala. Dessa forma, os defensores desta idéia ambientalista indicam a necessidade de utilizar as chamadas "barreiras verdes" para resguardar os recursos naturais do uso exacerbado e acreditam que a Organização Mundial do Comércio (OMC) seja um órgão importante para a discussão destas questões.

Contrapondo as idéias ambientalistas, os defensores do livre comércio, baseando-se na curva ambiental de Kuznets, afirmam que o crescimento econômico é capaz de promover o desenvolvimento sustentável e ainda preservar o meio ambiente. Ademais, salientam que a liberação comercial promove pressão competitiva que resulta em uma "corrida para o topo" (*race to the top*) na qual os países ricos induzem os países pobres a adotarem uma desenvolvida regulação ambiental, sob pena de seus produtos serem barrados em tais mercados (ALMEIDA et al., 2010). De acordo com Queiroz (2009, p. 264) os adeptos da teoria que defende o livre comércio argumentam que "o

aumento das exportações promove o crescimento econômico, que, por sua vez, disponibiliza os recursos financeiros necessários aos investimentos públicos e privados para a preservação ambiental".

No âmbito da OMC, os esforços foram dedicados a estudos e análises para fundamentar as discussões entre os países. Entre os principais problemas que permeiam essa discussão estão as posições contrárias dos países desenvolvidos (PDs) e em desenvolvimento (PEDs) quanto à abertura comercial e às políticas de proteção ambiental. Os PEDs se opõem, por exemplo, a introduzir mandato negociador¹ para os temas ambientais na OMC acreditando que esta medida poderá aumentar o protecionismo aos PDs. Na Rodada Doha não se percebe claramente essa divisão entre os PDs e PEDs, uma vez que as alianças para acordos ambientais têm incluídos tanto países do norte quanto países do sul, exceto na agricultura onde os PEDs têm se mostrado mais relutantes para assinar acordos por temerem o protecionismo dos PDs (ALMEIDA et al., 2010; PIRES, 2007; ALMEIDA et al., 2004).

Essas discussões culminaram na consolidação de duas abordagens principais, que atualmente têm sido utilizadas em importantes estudos empíricos. Por um lado, estão aqueles que argumentam que as diferenças de padrões ambientais existentes entre os países levam a uma realocação das indústrias poluentes dos países com regulação ambiental rígida para os países com regulação menos rígida. Essa vertente ficou conhecida como “*Pollution Haven*” (porto de poluição), que acredita que os países com regulação menos restritiva (em geral, os países em desenvolvimento), se tornariam portos de poluição para os países com regulação mais restritiva (países desenvolvidos). Assim, os países em desenvolvimento intensificariam a produção e exportação de bens “sujos” e importação de bens “limpos” dos países desenvolvidos, que teriam um ganho de competitividade na produção destes bens. Dentre os estudos que utilizam esta abordagem, pode-se citar Van Beers e van den Bergh

¹ O mandato negociador diz respeito a autorização dos países para que a OMC aplique regras quando houver conflito entre seus membros e que também são membros de um *Multilateral Environment Agreements* - MEA, não abordando conflitos que ocorram entre países membros e não-membros de um MEA. (ALMEIDA et al., 2004).

(1997), Harris et al. (2002), Busse (2004), Ederington et al. (2003), Jug e Mirza (2005), Quiroga et al. (2009), Caporale et al. (2010) e Kedher e Zugravu (2012).

A outra abordagem utilizada em estudos que se dedicam a analisar a influência da regulação ambiental sobre os fluxos de comércio entre os países, embora menos conhecida e utilizada que a primeira, é a hipótese de Porter e Van der Linde (1995). Esta vertente argumenta que a restrição ambiental não reduz a competitividade da indústria em um país; pelo contrário, pode até aumentar a competitividade da mesma se a política ambiental for bem desenhada (DE SANTIS, 2012).

A partir da análise mais cuidadosa dos principais estudos que utilizam a abordagem de *Pollution Haven* como fundamentação teórica para a relação entre comércio e regulação ambiental (Tabela 2), observa-se que a maioria deles foi realizada para países desenvolvidos, cujo impacto ambiental de uma regulação mais restritiva, pela hipótese de *Pollution Haven*, não é sentida tão fortemente quanto em um país em desenvolvimento. Isso se dá pelo fato de, por hipótese, em um país desenvolvido a regulação ambiental já ser mais restritiva em comparação a um país em desenvolvimento, não sendo verificado de forma tão clara a transição da produção e exportação de indústrias menos poluidoras para indústrias ou processos produtivos altamente poluidores.

Alguns estudos² mostram que sempre houve diferenças entre os países desenvolvidos e em desenvolvimento, no que tange a formulação de políticas ambientais, marcadas por uma política mais frouxa nos países do sul e maior restrição nos países do norte. De acordo com Veiga (2007) a aceleração do processo de globalização ou mundialização eliminou grande parte das barreiras tarifárias que restringiam o comércio internacional e os fluxos de capitais, fazendo com que muitos países oferecessem condições mais atrativas à indústria via relaxamento da legislação ambiental. Todavia, ao mesmo tempo em que esta tendência se firmava nos países em desenvolvimento, nos países pertencentes à Organização de Cooperação para o Desenvolvimento

² Busse (2004), Veiga (2007), Feix et al (2009).

Econômico (OCDE) nota-se o acirramento na legislação ambiental, concomitante ao aumento nos custos de produção destes países e criação de barreiras verdes para proteção da indústria nacional.

Tabela 2 - Estudos que investigaram o impacto da regulação ambiental sob a hipótese de Pollution Haven

Autor	Modelo	Países / Período	Setor
Van Beers e Van den Bergh, 1997.	- Gravitacional - Cross-section - MQO	21 países da OCDE; 1975, 1992.	- Total - Ind. poluidoras baseadas em RN. - Ind. poluidoras não baseadas em RN.
Harris et al., 2002.	- Gravitacional, - Modelos A - E: A - Cross-section, B - Pooled. C - Efeitos fixos: Import. D - Efeitos fixos: Import. e Export. E - Efeitos fixos: Import., export. e tempo.	24 países da OCDE; 1990 - 1996.	- Total - Ind. poluidoras baseadas em RN. - Ind. poluidoras não baseadas em RN.
Ederington e Minier, 2003.	- Painel de Efeitos Fixos: indústria e tempo.	Indústrias americanas; 1978 - 1992	- Indústrias manufatureiras americanas.
Busse, 2004	- Heckscher-Ohlin (HO)	119 países; 1992-2001.	- Indústria química, papel e celulose, minerais não-metálicos, ferro e aço e metais não ferrosos).
Jug e Mirza, 2005	- Painel de Efeitos Fixos: import., export., tempo e setor. - Gravitacional estrutural	- Importadores: 12 países da União Européia; - Exportadores: 15 países da União Européia + CEEC. 1996-1999.	- 9 setores: diferenciados em "sujos" e "limpos".
Quiroga et al., 2009	- Cross-section - Heckscher-Ohlin-Vaneck (HOV)	- 71 países; 2000.	- Indústrias poluidoras.
Caporale et al., 2010	- Gravitacional.	- Exportador: Romênia; - Importadores: países da União Européia; 1999-2007	- Setores intensivos em poluição.

Fonte: Baseado em Jug e Mirza (2005) e adaptado.

Assim, o presente estudo pretende analisar o impacto da regulação ambiental sobre os fluxos de comércio internacional sob um ponto de vista diferente dos trabalhos até aqui desenvolvidos, qual seja: analisar e estimar os efeitos causados pela regulação ambiental mais restritiva que os países desenvolvidos (países da OCDE) impõem sobre sua indústria, nos fluxos comerciais de grãos de um país em desenvolvimento (Brasil).

1.1. O problema e sua importância

A OCDE³ é um fórum composto por trinta e três países que procuram responder aos principais problemas econômicos, sociais e ambientais dos países membros e parceiros. Por este fórum os países membros têm a oportunidade de compartilhar suas experiências de política econômica, na busca por soluções para os problemas comuns e coordenação das políticas domésticas e externas.

Atualmente, a OCDE conta com 25 países não membros que são classificados como observadores ou participantes de pleno direito em suas comissões, e cerca de 50 países não-membros participam dos grupos de trabalho, regimes ou programas, com os quais a OCDE compartilha opiniões sobre as melhores práticas políticas a serem seguidas. O Brasil é um destes países, e com o qual, desde 2007 a OCDE decidiu reforçar a cooperação.

No tocante ao relacionamento comercial do Brasil para com os países membros da OCDE, tem-se que, como país não-membro, este mantém boas relações comerciais com a organização, exportando para a mesma

³Os países que fazem parte da OCDE são considerados desenvolvidos, sendo eles: Alemanha, Austrália, Áustria, Bélgica, Canadá, Chile*, Coréia do Sul, Dinamarca, Eslováquia, Eslovênia*, Espanha, Estados Unidos, Finlândia, França, Grécia, Holanda, Hungria, Irlanda, Islândia, Israel*, Itália, Japão, Luxemburgo, México, Noruega, Nova Zelândia, Polônia, Portugal, Reino Unido, Suécia, Suíça, República Tcheca e Turquia, sendo que os países marcados com (*) foram admitidos na organização no ano de 2010. Além destes países a OCDE mantém relações com aproximadamente 75 países não-membros, dos quais 25 participam como observadores em comissões da organização e outros 50 participam de grupos de trabalho, regimes ou programas. Com os países não-membros a organização compartilha as melhores práticas de política, supervisionando e orientando-os para aplicação das mesmas domesticamente, além de manter relações comerciais com tais países (OCDE, 2012).

aproximadamente 41% do valor total no ano de 2010. Destas exportações totais, aproximadamente 47% são referentes a grãos destinados à OCDE com origem no Brasil, demonstrando a importância de tal atividade para o país e a magnitude da mesma no comércio internacional (FAO, 2013).

Quanto a composição das exportações de grãos do Brasil para os países da OCDE, destaca-se que os grãos que se destacam na pauta de exportações são a soja, café e milho que em média tiveram seus respectivos valores de exportações no período de 2000 a 2010 equivalentes à US\$ 2969,53 milhões, US\$ 2428,51 e US\$ 112,27. A Figura 1 mostra a evolução do valor das exportações de soja, café e milho no período de 2000 a 2010. Observa-se que ao longo do período, o grão que apresentou a maior taxa de crescimento do valor das exportações foi o milho, aproximadamente 26,36%. No entanto, este é um produto cuja exportação é sazonal, marcado por picos de exportação provenientes do Brasil na ausência do mesmo em outros mercados. O segundo produto de maior destaque na taxa de crescimento das exportações no período foi o café (11,34%). E a soja apresentou a menor taxa de crescimento das exportações em relação aos outros dois grãos no período (5,35%). Salienta-se, contudo, que apesar de o café e a soja terem apresentado as menores taxas de crescimento no período, estes são produtos já consolidados no mercado e com participações expressivas, em torno de 54% para a soja e 42% para o café.

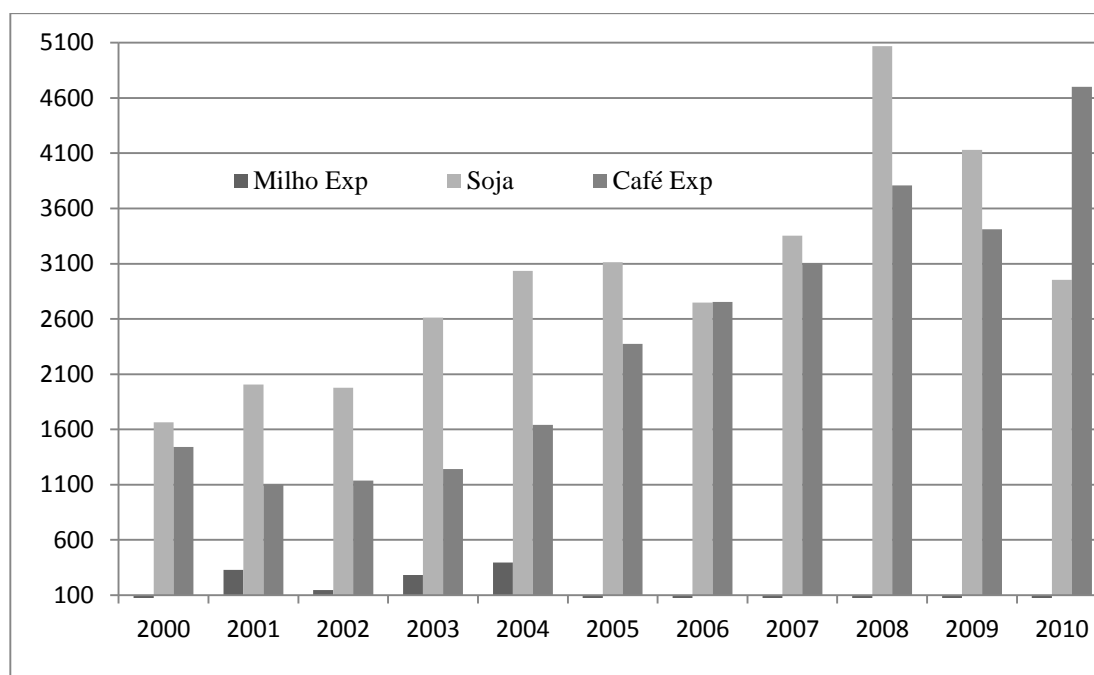


Figura 1 - Evolução do Valor das Exportações de grãos no período de 2000 a 2010, em milhões de US\$.

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da UnComtrade, 2013.

Observa-se que a produção agrícola e, em especial, a produção de grãos é de grande importância para a economia brasileira. No entanto, apesar do papel essencial que ela exerce, em atender a demanda crescente por alimentos, além de importante papel no sequestro de carbono e preservação da biodiversidade, esta também acarreta inúmeros impactos ambientais por ser fortemente dependente dos recursos naturais. Dentre os principais impactos causados pela produção agrícola, pode-se destacar: o desmatamento, que consiste na derrubada de matas originais para ocupação das terras para produção agrícola; a erosão, que é a perda de solo causada pelo seu uso incorreto associado a chuvas, o que torna o solo não agricultável; a perda de biodiversidade, que se dá por meio do desmatamento e pelo avanço da produção de monoculturas; a poluição das águas e enfraquecimento dos lençóis freáticos; a poluição atmosférica causada principalmente pelo uso de fertilizantes e defensivos agrícolas; a desertificação que é causada pelo uso inadequado do solo e que o torna infértil; e a destruição de mananciais, causada pelo avanço da produção agrícola sobre as matas nativas, destruindo

as nascentes (WORLD BANK - RELATÓRIO SOBRE O DESENVOLVIMENTO MUNDIAL, 2008). Estes efeitos da agricultura podem ocorrer de forma local ou externa, como mostra a Tabela 3.

Tabela 3 - Problemas ambientais locais e externos causados pela agricultura

	Efeitos Locais	Efeitos Externos (externalidades)	Efeitos Globais (externalidades)
Agricultura Intensiva (Áreas de alto potencial)	<ul style="list-style-type: none"> • Degradação do solo (salinidade, perda de material orgânico) 	<ul style="list-style-type: none"> • Enfraquecimento dos lençóis freáticos; • Poluição de agroquímicos; • Perda de Biodiversidade local (natural e agrícola) 	<ul style="list-style-type: none"> • Emissão de gases de efeito estufa; • Doenças animais; • Perda <i>in situ</i> da diversidade do cultivo e da genética animal.
Agricultura Extensiva (Áreas menos favorecidas)	<ul style="list-style-type: none"> • Perda dos nutrientes. • Efeito local da erosão dos solos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Efeitos da erosão do solo rio abaixo (assoreamento dos reservatórios); • Mudanças hidrológicas (por exemplo, perda de retenção da água em áreas rio acima); • Degradação de pastagens em áreas de propriedade comum. 	<ul style="list-style-type: none"> • Sequestro de carbono reduzido (stocks) por causa do desflorestamento e emissão de dióxido de carbono das queimadas de florestas; • Perda de biodiversidade.

Fonte: World Bank, 2008.

Como pode ser visto na Tabela 3, os impactos causados pela produção agrícola nos recursos naturais são sentidos em diferentes níveis: local, externo e global, sendo necessária a definição correta das políticas e regulamentações ambientais para inibir ou amenizar esses impactos.

Neste tocante, observa-se que há diferenças na gestão da política e regulação ambiental entre os países. A OCDE tem seus principais instrumentos de regulação divididos em três classes principais, a saber: tributos e subsídios; criação de mercado; intervenção de demanda final e legislação de responsabilização (JURAS, 2009).

Segundo Juras (2009), no grupo dos tributos e subsídios, os principais instrumentos são: subsídios (assistência financeira aos poluidores ou usuários de recursos naturais); taxas de emissão (pagamentos diretos pela quantidade e qualidade do poluente); taxas de uso (pagamentos pelo custo de serviços coletivos); taxas de produto (valores aplicados a produtos poluentes, como por exemplo, fertilizantes ou pesticidas); impostos (pagamentos ao governo pelo uso dos recursos naturais); multas por não-atendimento (valores impostos pela lei civil aos poluidores que não cumprirem a regulação ambiental); e Royalties (valores pagos pelo direito de explorar os recursos naturais).

Já na classe da criação de mercados, de acordo com Juras (2009), os principais mecanismos utilizados são: as permissões, direitos ou quotas comercializáveis de emissões (consiste na venda de direitos de poluição em um mercado, que são os créditos de redução de emissões - ERCs e as “*cap-and-trade*” que estabelecem um limite ou uma quota de emissões); e o sistema de depósito-retorno (o pagamento realizado por um produto retorna parcialmente ao consumidor quando o produto ou embalagem retorna ao comerciante ou a uma organização de tratamento de resíduos).

Na classe de intervenção de demanda final, destacam-se: os programas de qualidade (programas de aprimoramento da gestão ambiental, como por exemplo, o ISO 14000); a rotulagem e certificação ambiental (classificação do produto como ambientalmente sustentável); além de prêmios por bom desempenho ambiental, e inclusão de empresas em listas negras sob o aspecto ambiental (JURAS, 2009).

Finalmente, no grupo de legislação de responsabilidade, encontram-se as leis civis, cujos principais instrumentos são: compensação por dano ambiental (pagamentos feitos sob a lei civil como forma de compensar um

dano ambiental causado pela empresa); e garantias de desempenho (visam garantir que os recursos ambientais sejam utilizados corretamente) (JURAS, 2009).

No que tange a regulação ambiental brasileira, percebe-se que esta tem evoluído gradativamente, seguindo a tendência internacional dos acordos multilaterais. Entretanto, a velocidade de evolução desta regulação ainda é pequena, o que pode resultar em danos ambientais graves no país. De acordo com Floriano (2005), a estrutura de gestão ambiental brasileira é denominada Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA), que é liderada pelo Conselho de Governo que presta auxílio ao Presidente da República nas diretrizes da política ambiental nacional. O Ministério do Meio Ambiente e da Amazônia Legal, atua junto ao Conselho de Governo como coordenador da Política Nacional de Meio Ambiente (Lei Federal Nº 6.938/817). Além disso, a estrutura é formada por um órgão consultivo e deliberativo que é o Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) e um órgão executivo que é o Instituto Nacional do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA). No nível estadual, a estrutura é formada por um coordenador, que são as Secretarias de Estado de Meio Ambiente; consultores que são os órgãos consultivos e deliberativos; e órgãos executivos que em geral são empresas públicas ou fundações que prestam serviços à administração pública.

De acordo com o disposto na Lei Nº 6.938/81, que institui a Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA), em seu Artigo 2º, os instrumentos da PNMA são:

- I - o estabelecimento de padrões de qualidade ambiental;
- II - o zoneamento ambiental; (Regulamento)
- III - a avaliação de impactos ambientais;
- IV - o licenciamento e a revisão de atividades efetiva ou potencialmente poluidoras;
- V - os incentivos à produção e instalação de equipamentos e a criação ou absorção de tecnologia voltados para a melhoria da qualidade ambiental;
- VI - a criação de espaços territoriais especialmente protegidos pelo Poder Público federal, estadual e municipal, tais como áreas de proteção ambiental, de relevante interesse ecológico e reservas extrativistas; (Redação dada pela Lei nº 7.804, de 18.07.89)
- VII - o sistema nacional de informações sobre o meio ambiente;
- VIII - o Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumento de Defesa Ambiental;

IX - as penalidades disciplinares ou compensatórias do não cumprimento das medidas necessárias à preservação ou correção da degradação ambiental.

X - a instituição do Relatório de Qualidade do Meio Ambiente, a ser divulgado anualmente pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis - IBAMA; Inciso incluído pela Lei nº 7.804, de 18.07.89

XI - a garantia da prestação de informações relativas ao Meio Ambiente, obrigando-se o Poder Público a produzi-las, quando inexistentes; Inciso incluído pela Lei nº 7.804, de 18.07.89

XII - o Cadastro Técnico Federal de atividades potencialmente poluidoras e/ou utilizadoras dos recursos ambientais. Inciso incluído pela Lei nº 7.804 de 18.07.89.

No entanto, apesar da complexidade da regulação ambiental no Brasil ela ainda é predominantemente formada por medidas de comando e controle e a correta utilização dos recursos naturais ainda não ocorre em razão da fiscalização ineficiente e interferência de grupos de interesse. Estes fatores associados levaram o Brasil a ocupar lugar de destaque no que se refere ao *ranking* de emissões de poluentes pela atividade agrícola, conforme mostra a Tabela 4. Observa-se que, em 2010, o Brasil emitiu cerca de 31.000 gigagramas de poluentes em CO₂ equivalente, ficando atrás apenas dos Estados Unidos que emitiram cerca de 110.000 gigagramas. Este resultado torna-se ainda mais alarmante quando são analisadas as origens dos poluentes, onde se observa que a maior parte das emissões tem origem nos fertilizantes sintéticos (60%) e resíduos de culturas (28%). O cultivo de arroz é responsável pelos 12% de emissões restantes, devido principalmente à forma predominante de cultivo que é irrigação por alagamento.

De acordo com dados do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE (2009), o Brasil emite duas vezes mais CO₂ *per capita* do que a média mundial, sendo o país em desenvolvimento com a maior média mundial de emissões no total de atividades. Isto reforça a ineficiência das políticas públicas de regulação ambiental, que apesar da complexidade de sua elaboração e abrangência dos aspectos relacionados ao meio ambiente, não se fazem cumprir por ausência de fiscalização ou impunidade.

Tabela 4 - Emissões de poluentes e utilização de fertilizantes na produção agrícola no ano de 2010.

País	Emissões (CO ₂ eq) (Gigagramas)			Emissões totais	Fertilizantes de Nitrogênio (tons. Por 1000 ha)	Fertilizantes de Fosfato (tons. Por 1000 Ha)
	Resíduos de Culturas	Cultivo de Arroz	Fertilizantes Sintéticos			
Est. Unidos	24105,93	10752,68	74153,52	109012,13	70,73	23,9
Brasil	8440,07	3696,4	18426,84	30563,31	36,87	43,72
França	3591,3	251,9	13232,11	17075,31	105,68	15,18
Canadá	2951,93	0	12806,45	15758,38	40,98	12,81
Alemanha	2412,09	0	11531,12	13943,21	148,32	23,77
Austrália	2323,66	125,69	8011,29	10460,64	28,89	22,02
Turquia	2084,26	581,92	8673,09	11339,27	55,08	21,09
México	1749,71	115,11	7782,1	9646,92	43,09	5,54
R. Unido	1281,15	0	6641,83	7922,98	171,04	31,91
Polônia	1182,85	0	8353,75	9536,6	114,33	34,31
Espanha	1125,56	1296,54	6074,46	8496,56	54,65	19,55
Itália	1013,22	2621,66	3218,32	6853,2	51,8	18,73
Hungria	610,22	11,17	1813,75	2435,14	61,35	10,04
Japão	585,15	7107,69	2945,83	10638,67	99,37	92,38
Dinamarca	511,51	0	1153,41	1664,92	73,66	11,85
R. Tcheca	402,9	0	1648,66	2051,56	78,64	14,2
C. do Sul	304,83	2131,11	0	2435,94	0	0
Áustria	253,38	0	556,09	809,47	60,08	16,47
Suécia	247,83	0	1084,38	1332,21	63,78	8,54
Grécia	238,16	359,86	940,96	1538,98	39,92	13,55
Chile	188,85	113,93	2662,61	2965,39	238,72	72,33
Bélgica	184,47	0	0	184,47	0	0
Finlândia	178,31	0	1361,72	1540,03	93,43	11,36
Eslováquia	149,62	0	584,64	734,26	63,9	11,66
Holanda	142,62	0	1406,85	1549,47	198,98	28,05
Irlanda	115,96	0	2404,7	2520,66	367,77	96,67
Noruega	67,93	0	408,68	476,61	76,28	58,24
Portugal	58,74	307,99	817,4	1184,13	68,56	58,09
N. Zelândia	57,1	0	1589,36	1646,46	431,99	664,96
Suíça	51,94	0	328,3	380,24	118,7	37,73
Eslovênia	28,04	0	174,93	202,97	137,36	49,63
Israel	17,47	0	194,93	212,4	78,69	16,15
Luxemburgo	8,3	0	136,41	144,71	333,08	22,57
Islândia	0,12	0	49,5	49,62	62,35	47,5

Fonte: FAO, 2013.

Quanto à utilização dos demais fertilizantes, de nitrogênio e de Fosfato, observa-se que tanto o Brasil, quanto os Estados Unidos, utilizam

menores quantidades por 1000 ha em relação à alguns países. Os fertilizantes de nitrogênio têm como principais características o aumento da acidez do solo, altamente solúvel em água, isenção de macronutrientes secundários, baixa retenção nos solos e altamente dinâmicos (AGROLINK, 2013).

No entanto, o fertilizante de nitrogênio é o mais lixiviador nos solos, ou seja, "arrasta" ou "lava" os sais minerais presentes no solo, e por isso seu uso indiscriminado pode contaminar os lençóis freáticos. Os fertilizantes de fosfato também são importantes para a produção agrícola e constituem um dos três pilares de nutrição das plantas. Contudo, se seu uso não for controlado pode haver um desequilíbrio ecológico na região onde este foi utilizado, pois a disponibilidade de fosfato define a taxa de crescimento de muitos organismos. Dessa forma, seu uso indiscriminado pode resultar em superpopulação de alguns organismos que consomem nutrientes e elementos essenciais às plantas, causando um desequilíbrio ecológico. Assim, destaca-se que o uso de tais fertilizantes deve seguir padrões rígidos de controle, em função de suas graves consequências ao meio ambiente.

A partir de tal exposição acerca das principais diferenças na regulação ambiental praticada pelos países no comércio e da importância da atividade agrícola para o comércio internacional do Brasil, este estudo propõe a avaliação da relação existente entre a regulação ambiental praticada pelos países da OCDE e as exportações brasileiras de grãos selecionados à luz da hipótese de *Pollution Haven*. A esquematização do problema proposto pode ser visto na Figura 2.

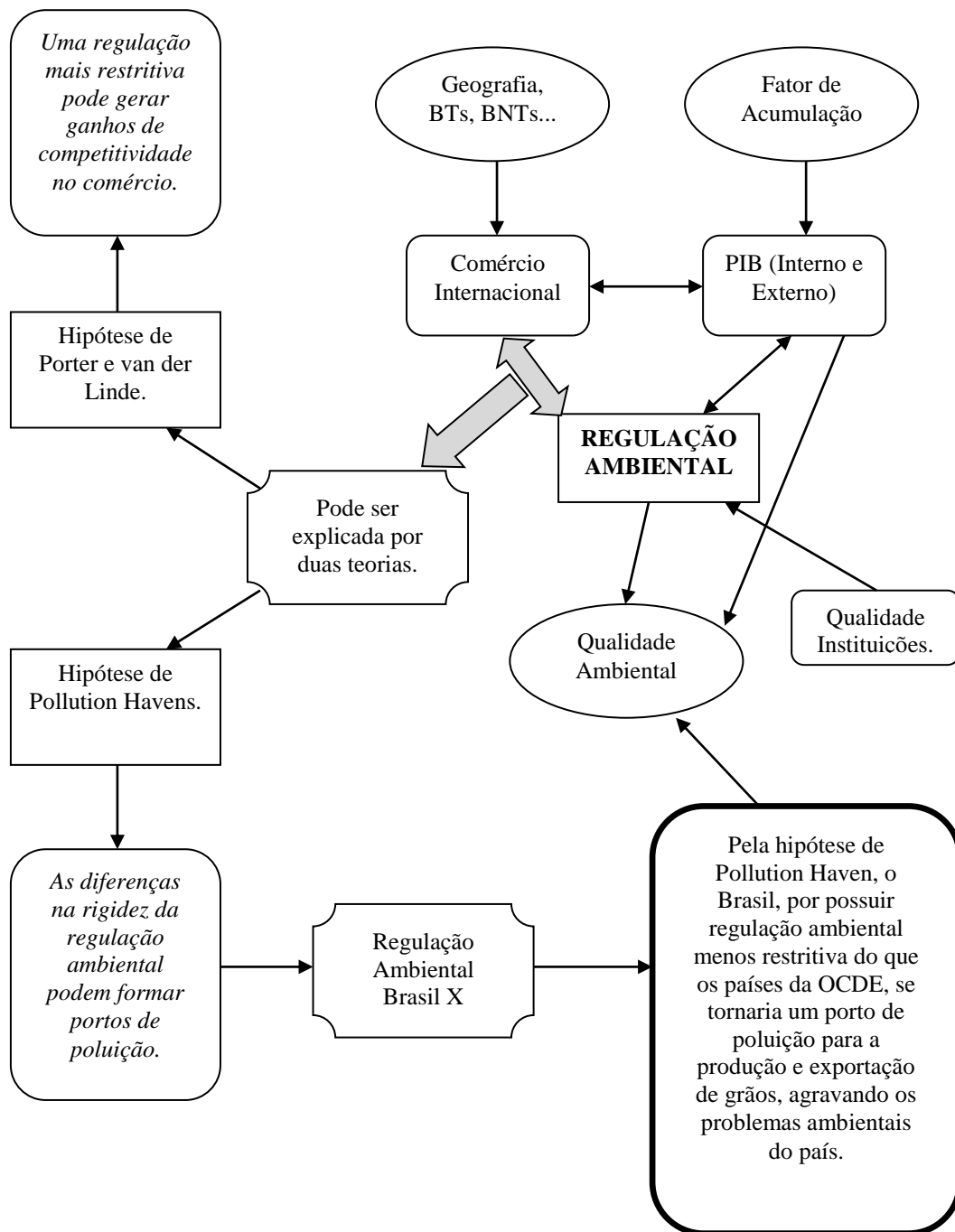


Figura 2 - Esquematização dos aspectos do problema de pesquisa.

Fonte: Adaptado de Frankel e Rose, 2002.

Conforme apresenta a Figura 2, a relação existente entre a regulação ambiental e o comércio internacional pode ser explicada por duas abordagens teóricas principais. A primeira é a hipótese de Porter e van der Linde que argumenta que as empresas, mantendo o foco no aumento da produtividade dos recursos e não no controle da poluição, tendem a ter sua competitividade

aumentada em decorrência do emprego apropriado dos padrões ambientais. Então por esta hipótese, o acirramento da regulação ambiental interna dos países tende a impulsionar uma corrida por tecnologias poupadoras de recursos naturais e que, conseqüentemente, aumentaria a competitividade de tais empresas no mercado internacional. A segunda hipótese é conhecida como *Pollution Haven* e é baseada no princípio de que uma regulação mais restritiva praticada por um parceiro comercial tende a levar a produção de bens sujos para países com regulação ambiental menos restritiva. Como foi exposto nesta seção, a regulação ambiental praticada pelo Brasil é predominantemente composta por instrumentos de comando e controle, que são menos restritivos do que os instrumentos econômicos (praticados pelos países da OCDE), e tendem a serem menos eficientes para controlar o uso adequado dos recursos naturais. Assim, por esta hipótese o fato de os países pertencentes à OCDE possuírem uma regulação ambiental mais restritiva em comparação com o Brasil, tende a fazer com que as práticas produtivas de grãos adotem padrões ambientais mais frouxos, com o intuito de aumentar a competitividade dos mesmos no mercado internacional, haja vista que a regulação ambiental brasileira é menos restritiva se comparada com a OCDE.

Portanto, de acordo com o exposto, a principal consequência desta hipótese, analisando o caso do comércio entre o Brasil e a OCDE, é que o Brasil por possuir uma regulação ambiental menos restritiva em relação à OCDE, se tornaria um porto de poluição para a produção e exportação de grãos, sendo um propulsor e agravador dos problemas ambientais já existentes no país.

O avanço deste estudo consiste em abordar o tema da regulação ambiental no âmbito da exportação nacional de grãos, bem como, apresentar uma análise empírica do problema. Assim, a principal contribuição deste estudo consiste em fornecer uma análise empírica da relação entre a regulação ambiental dos parceiros comerciais e as exportações brasileiras, dando subsídios ao desenho de uma regulação ambiental nacional mais efetiva.

1.2. Hipótese

A hipótese que norteia esta pesquisa é a de que havendo diferenças na restritividade da regulação ambiental entre a OCDE e o Brasil, o país com a regulação ambiental menos acirrada, que no caso é o Brasil, tende a se tornar um “porto de poluição”, se especializando na produção e exportação de bens geradores de mais poluição em seu processo produtivo, como os grãos, cuja produção é fortemente dependente de recursos naturais.

1.3. Objetivos

O objetivo geral deste estudo é identificar a relação existente entre a regulação ambiental praticada pelos países da OCDE e os fluxos comerciais de grãos selecionados com origem no Brasil. Especificamente pretende-se:

- a) Identificar as principais características da regulação ambiental praticada pela OCDE e pelo Brasil, a fim de estabelecer um comparativo entre os países;
- b) Construir índices compostos de regulação ambiental para macro políticas ambientais e para políticas ambientais relacionadas à agricultura;
- c) Hierarquizar os países quanto ao desempenho nos índices compostos calculados;
- d) Avaliar se a regulação ambiental mais restritiva praticada pelos parceiros comerciais favorece o fortalecimento das exportações de grãos cuja produção é intensiva em poluição no Brasil.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

No arcabouço teórico que fundamenta a relação entre o meio ambiente e os fluxos de comércio, duas abordagens se destacam das demais: a hipótese de *Pollution Haven* e a hipótese de Porter e Van der Linde (1995). A primeira postula que em países onde a regulação ambiental é relativamente fraca haverá uma tendência de especialização em indústrias intensivas em poluição. Em contrapartida, pela hipótese de Porter e Van der Linde (1995), a regulação ambiental mais restritiva tende a intensificar o uso de tecnologias menos poluentes, levando a um ganho de competitividade nas indústrias "limpas". Por esta teoria, países cuja restrição ambiental é mais forte se especializarão e exportarão bens menos poluentes (CAPORALE ET AL., 2010; ALMEIDA, 2012).

A hipótese de Porter e Van der Linde (1995) apresenta uma visão microeconômica da relação existente entre a competitividade das indústrias e o meio ambiente. Segundo os autores as empresas devem manter o foco no aumento da produtividade dos recursos e não no controle da poluição *per si*. Assim, o emprego apropriado de padrões ambientais permite que as empresas

aumentem a produtividade dos recursos e sua competitividade no mercado, de forma que a elevação dos custos de produção proveniente da adequação às regulamentações ambientais seja superada pelos ganhos de competitividade e pelo surgimento de novas oportunidades de negócio e inovação. Ou seja, a regulação ambiental, se praticada de forma ótima, induz o avanço das inovações e gera novas oportunidades de negócio, aumentando a competitividade das empresas (SILVA; SANTOS, 2010).

No entanto, autores como Oates et al (1993), Barret (1994), Simpson e Bradford (1996) e Jabbour et al (2012) afirmam que não há muitas evidências empíricas da hipótese de Porter e van der Linde e que a regulação ambiental só se tornaria propulsora de processos produtivos inovadores em uma situação na qual a elaboração da política é estratégica considerando as visões dos legisladores e industriais.

A hipótese de *Pollution Haven* por sua vez se pauta na idéia de que os países estabelecem padrões ambientais diferentes e estas diferenças podem levar alguns países a especializarem-se em produtos e processos produtivos poluidores. Os primeiros registros da versão mais simples da Hipótese de *Pollution Haven* datam da década de 1970, considerando que os países são idênticos exceto pelas diferenças nas políticas de poluição. O primeiro autor que utilizou uma aproximação da hipótese foi Pethig (1976) que usou um modelo Ricardiano no qual os países diferiam apenas na intensidade de emissões de poluentes e mostrou que países com uma política de restrição de emissões de poluentes mais branda tendem a exportar bens geradores de poluição em sua produção. A hipótese de *Pollution Haven* postula que as regiões com uma regulação ambiental menos restritiva irão atrair indústrias poluentes, que abandonarão as regiões com regulação ambiental mais restritiva. A premissa é intuitiva: a regulamentação ambiental eleva o custo dos principais insumos para produção de bens intensivos em poluição, e reduz comparativamente a competitividade desses bens, de forma que os países com regulação ambiental menos restritiva terão vantagem comparativa na produção

de bens sujos, e países com regulação ambiental mais restritiva terão vantagem comparativa na produção de bens limpos.

O presente estudo utilizará como fundamento teórico a hipótese de *Pollution Haven*, por esta ser considerada mais apropriada, além de ser amplamente utilizada em estudos dessa natureza⁴. Os fundamentos teóricos para esta hipótese são baseados no modelo de Heckscher-Ohlin, que mostra que as regiões vão exportar produtos que usam fatores localmente abundantes como insumos. Assim, as subseções 2.1 e 2.2 tratam de expor os fundamentos teóricos do modelo de Heckscher-Ohlin tradicional e a abordagem ambiental deste modelo, respectivamente. Estas duas subseções dão suporte à apresentação da abordagem teórica da hipótese de *Pollution Haven* feita na subseção 2.3.

2.1. O modelo de comércio de Heckscher-Ohlin⁵

Uma das principais teorias utilizadas para justificar as relações de comércio internacional é a de que o comércio é condicionado pelas diferenças nos recursos entre os países. Esta teoria foi desenvolvida por Eli Heckscher e Bertil Ohlin como uma alternativa ao modelo Ricardiano que tem seu foco nas vantagens comparativas ou relativas, e ficou conhecida como o modelo de Heckscher - Ohlin ou teoria das proporções dos fatores. Segundo Krugman e Obstfeld (2005), o modelo de Heckscher - Ohlin (HO) é baseado nos seguintes pressupostos:

- a) Existem dois países (A e B), dois bens homogêneos (X e Y) e dois fatores de produção homogêneos e com oferta limitada.
- b) Em ambos os países, há concorrência perfeita nos mercados de bens e fatores, o que implica em os preços serem determinados pelo equilíbrio entre oferta e procura. Assim, no longo prazo, os preços dos bens se igualam aos seus custos (médios e marginais) de produção. Além disso, os

⁴ Para mais detalhes ver: Xu, 2000; Harris et al, 2002; Busse, 2004; Ederington et al., 2004; Jug e Mirza, 2005; Levinson e Taylor, 2008; Quiroga, Sterner e Persson, 2009; Caporale et al., 2010; Cole et al., 2010; Kheder e Zugravu, 2012.

⁵ Esta seção é baseada em Krugman e Obstfeld, 2005.

compradores e vendedores são tomadores de preço, ou seja, cada um é muito pequeno para influenciar os preços, estando perfeitamente informados dos preços em vigor.

- c) Há perfeita mobilidade doméstica e completa imobilidade internacional dos fatores, ou seja, os fatores são remunerados igualmente entre as indústrias do mesmo país, o que implica que o preço do trabalho (w) e o preço do capital (r) são idênticos em todas as indústrias de um país, não havendo incentivo à migração de fatores produtivos para indústrias onde o preço destes é maior. Por outro lado, há completa imobilidade internacional dos fatores, o que permite que as diferentes remunerações dos fatores resultantes da diferente abundância de fatores entre países não sejam eliminadas com migrações de fatores de um país para outro.
- d) Não existem custos de transporte e outros fatores que provocam distorções nos preços, como tarifas, quotas e outras barreiras, o que implica que, com livre troca, o preço de cada bem será igual nos dois países.
- e) A função de produção é definida por rendimentos constantes à escala para ambos os bens, em ambos os países. Assim, para o país doméstico, as funções de produção de Y e X, são respectivamente:

$$Q_y = Q_y(K, L), \quad PMg_{LY} > 0; PMg'_{LY} < 0; PMg_{KY} > 0; PMg'_{KY} < 0 \quad (1)$$

$$Q_x = Q_x(K, L), \quad PMg_{LX} > 0; PMg'_{LX} < 0; PMg_{KX} > 0; PMg'_{KX} < 0 \quad (2)$$

- f) Os fatores de produção obedecem à lei dos rendimentos decrescentes, ou seja, os custos de oportunidade de produção são crescentes (implicando em especialização incompleta). Assim, mantendo constante a quantidade utilizada de um fator, aumentos na quantidade de outro fator resultam em aumentos do *output* menos que proporcionais e cada vez menores.
- g) Os bens são classificados quanto à intensidade de fatores empregada em sua produção, ou seja, se X é classificado como capital-intensivo (K-intensivo) relativamente a Y em um país, Y será trabalho-intensivo (L-intensivo)

relativamente a X neste país, qualquer que seja a razão entre os preços dos fatores.

- h) As funções de produção são idênticas nos dois países.
- i) A procura é idêntica nos dois países. Esta pressuposição juntamente com a pressuposição de identidade das funções de produção, indica que as diferenças nos preços relativos dos bens são dadas pelas condições de oferta.
- j) As preferências dos dois países são dadas pelo mesmo mapa social de indiferença.

Dados os pressupostos do modelo, para que o mesmo seja válido, é preciso que um bem seja capital-intensivo e o outro seja trabalho-intensivo. Assim, conjugados os pressupostos de produção idêntica nos países e neutralidade da procura, a única fonte de diferença entre os países reside na disparidade nas dotações fatoriais dos países.

Posto isto, a escolha de produção é determinada pela disposição do produtor em utilizar os recursos produtivos, ou seja, o produtor pode escolher produzir mais de um bem trabalho-intensivo, desde que ele esteja disposto a deslocar mais do recurso trabalho para esta produção. Para que isso aconteça é preciso haver a igualdade entre a curva de isoquanta e a curva de isocusto em um determinado ponto.

Define-se como isoquanta, a curva que fornece as combinações dos insumos em diferentes quantidades que geram a mesma quantidade de um bem ou serviço. Estas podem ser obtidas a partir da função de produção. No modelo de HO a quantidade produzida de X no país doméstico, por exemplo, é função dos insumos K e L. Para conhecer as diferentes combinações destes insumos que geram a mesma quantidade de produto (Q_{x0} unidades de X), faz-se a diferenciação total da função de produção de X.

Isto ocorre porque, mantendo-se constante a tecnologia, a quantidade produzida de X (dQ_x) somente sofrerá alterações se houver variação na utilização dos insumos, dL e/ou dK , diferentes de zero. As produtividades marginais dos insumos refletem a relação entre a variação nas quantidades

utilizadas dos insumos e a quantidade produzida, supondo-se para tanto, que para calcular a PMg de insumo o outro é mantido constante. Assim, a variação na quantidade produzida de X é dada pela derivada total da equação (1).

$$dQ_x = \frac{\partial Q_x}{\partial K} dK + \frac{\partial Q_x}{\partial L} dL$$

$$dQ_x = PMg_{KX}dK + PMg_{LX}dL \quad (3)$$

Como em uma mesma isoquanta a quantidade produzida não sofre variações, $dQ_x=0$. Assim,

$$0 = PMg_{KX}dK + PMg_{LX}dL$$

$$\frac{dK}{dL} = -\frac{PMg_{LX}}{PMg_{KX}}$$

$$TMST = -\frac{PMg_{LX}}{PMg_{KX}} \quad (4)$$

onde, a Taxa Marginal de Substituição Técnica (TMST) representa a razão entre a substituição de um insumo pelo outro para manter a produção constante, sendo esta a inclinação da isoquanta. A inclinação da isoquanta varia à medida que se usa mais de um fator e menos do outro, admitindo que a PMg dos fatores é decrescente. Assim, o formato da isoquanta é côncavo em relação à origem. Salienta-se que para cada nível de produção existe uma isoquanta, havendo infinitas isoquantas para a produção de X.

Feitas as observações a cerca das isoquantas, para definir a combinação ótima dos insumos a ser utilizada, o produtor se depara com o custo de utilização dos fatores. O custo do trabalho (L) é w e o custo do capital (K) é r . Supondo que w e r sejam conhecidos e dados, a solução é dada pela maximização dos lucros ou minimização dos custos da produção de Q_{x0} . As duas formas geram as mesmas condições ótimas como resultado, o que constitui os chamados problemas "duais".

A minimização dos custos gera a seguinte solução analítica:

$$\begin{aligned} \min_{K,L} CT &= rK + wL \\ \text{s. a. } Q_{x0} &= Q_x(K, L). \end{aligned} \quad (5)$$

Formando o Lagrangeano deste problema de minimização e resolvendo para K, L e λ , tem-se:

$$F = rK + wL - \lambda[Q_x(K, L) - Q_{x0}]$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial F}{\partial K} = 0 &\rightarrow r - \lambda PMg_{KX} = 0 \quad \therefore \lambda \\ &= \frac{r}{PMg_{KX}} \end{aligned} \quad (6)$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial F}{\partial L} = 0 &\rightarrow w - \lambda PMg_{LX} = 0 \quad \therefore \lambda \\ &= \frac{w}{PMg_{LX}} \end{aligned} \quad (7)$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial F}{\partial \lambda} = 0 &\rightarrow Q_{x0} \\ &- Q_x(K, L) \end{aligned} \quad (8)$$

Igualando as condições (6) e (7), e rearranjando os termos, tem-se:

$$\begin{aligned} \lambda = \lambda &\rightarrow \frac{r}{PMg_{KX}} = \frac{w}{PMg_{LX}} \quad \therefore \frac{w}{r} \\ &= \frac{PMg_{LX}}{PMg_{KX}} \end{aligned} \quad (9)$$

A última condição do Lagrange, equação (8), exige apenas que a restrição de quantidade seja respeitada, ou seja, $Q_{x0} = Q_x(K, L)$.

Desta solução, conclui-se que, o produtor considera as variações que ele pode fazer na utilização dos insumos de forma a conseguir o custo mínimo na produção de X. Havendo um aumento na razão dos preços dos fatores (w/r), a razão entre as produtividades dos fatores $\left(\frac{PMg_{LX}}{PMg_{KX}}\right)$ também vai aumentar, para que os lucros se mantenham máximos. Em outras palavras, um aumento na razão w/r , leva a um aumento na utilização de K/L, de forma que a

PMg_{LX} aumenta em relação à PMg_{KX} , pois quanto mais determinado insumo é utilizado, mais a PMg do mesmo diminui.

Para a solução gráfica deste problema é preciso que se construa a função de Isocusto, que representa as combinações de K e L que geram o mesmo custo total de produção. Assim, a isocusto associada a um determinado nível de custos (CT_0), é dada por:

$$CT_0 = rK_x + wL_x$$
$$K_x = \frac{CT_0}{r} - \frac{w}{r}L_x \quad (10)$$

Assim como as isoquantas, existem várias curvas de isocusto, sendo que quanto mais distante da origem estiver a curva de isocusto, maiores são os custos. A inclinação da isocusto em um determinado ponto é $(-w/r)$. A combinação ótima de insumos será dada no ponto onde a curva de isoquanta da quantidade que se deseja produzir tangencia a curva de isocusto mais próxima da origem, como mostra a Figura 3.

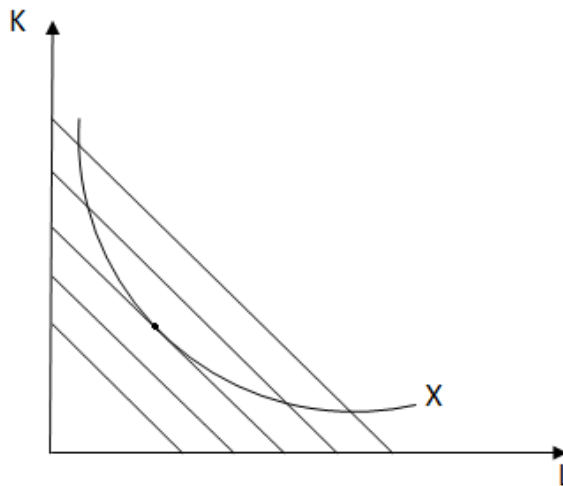


Figura 3 - Escolha da razão K/L ótima na produção de X
Fonte: Krugman e Obstfeld, 2005.

A Figura 3 apresenta várias linhas de isocusto, cada uma representativa de um custo diferente, de forma que quanto mais afastada a

linha da origem, mais alto é o custo de produção. Observa-se que para produzir X, o produtor pode utilizar menos capital se ele utilizar mais trabalho, e vice-versa. Esta constitui uma das diferenças deste modelo com relação ao modelo Ricardiano, uma vez que o produtor se depara com dilemas no que tange o uso de insumos, e não com necessidades fixas de insumos. Sabe-se que a inclinação da curva de isocusto é $(-w/r)$ e que a inclinação da curva de isoquanta em um ponto é dada por $TMST = -\frac{PMg_{LX}}{PMg_{KX}}$. No ponto de tangência entre as duas curvas, a condição representada pela equação (9) é satisfeita e como a solução encontra-se na isoquanta a condição representada pela equação (8) também é satisfeita.

Um aumento na razão dos preços dos fatores altera a inclinação da isocusto em termos absolutos, tornando-a mais inclinada. Esta alteração na inclinação leva a isoquanta a tangenciar uma nova linha de isocustos, fazendo com que o produtor utilize menos L e mais K para que o custo seja mínimo, como mostra a Figura 4.

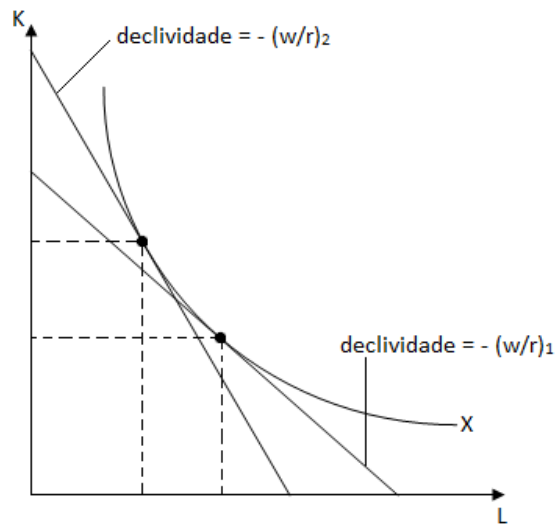


Figura 4 - Efeito da alteração na razão w/r
 Fonte: Krugman e Obstfeld, 2005.

Outro importante ponto discutido pelo modelo de HO é a questão da intensidade na utilização dos fatores na produção do bem. Diz-se que um setor produtivo é relativamente intensivo na utilização de um fator em relação a

outro setor, quando para qualquer preço relativo deste fator, a quantidade utilizada deste é sempre maior do que a quantidade do outro fator.

Observa-se que Y encontra-se à esquerda de X, na Figura 5, o que significa que para qualquer preço dos fatores a utilização da razão K/L na produção de X, será maior do que na produção de Y, ou seja, a produção de X é K-intensiva e a produção de Y é L-intensiva. Salienta-se que esta definição de intensidade é dependente da razão entre os insumos utilizados na produção e não da razão entre insumo e produto, o que elimina a possibilidade de um mesmo bem ser K-intensivo e L-intensivo.

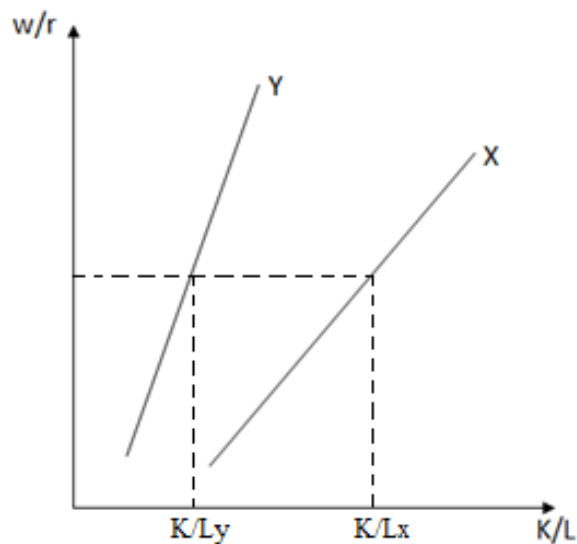


Figura 5 - Escolha dos insumos dados os seus preços
Fonte: Krugman e Obstfeld, 2005.

Entretanto, a importância do preço de um insumo na produção de um determinado bem, depende do quanto deste fator deverá ser utilizado em sua produção. Dessa forma, sendo o bem Y, L-intensivo, sua produção utiliza relativamente pouco capital (K), e um aumento no preço do capital (r) terá pouco impacto sobre a produção de Y, e vice-versa para o caso do bem X. Pode-se concluir a partir daí que há uma relação unívoca entre a razão w/r e P_y/P_x , ou seja, cada valor para a razão w/r corresponde a apenas um valor para a razão P_y/P_x . Para o caso do bem Y, quanto maior o custo relativo do

trabalho, maior o preço relativo de Y. A Figura 6 mostra a relação entre w/r e P_y/P_x e sua curva correspondente, denominada SS.

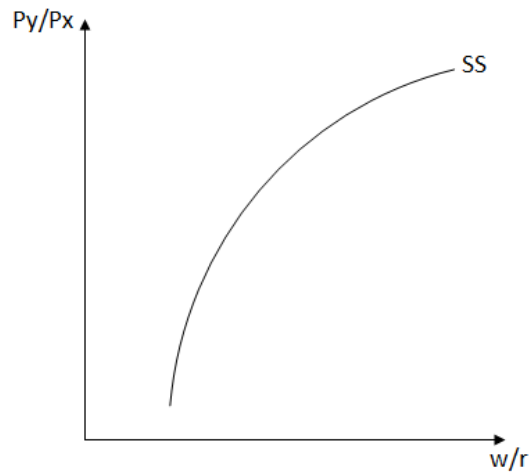


Figura 6 - Relação entre o preço dos insumos e o preço dos bens
Fonte: Krugman e Obstfeld, 2005.

Unindo as Figura 5 e Figura 6, tem-se a Figura 7. Admitindo que inicialmente o preço relativo do bem Y seja $(P_y/P_x)_1$, se o país produz ambos os bens (X e Y), a razão entre o preço dos insumos K e L será dada por $(w/r)_1$, o que implica em uma razão de insumos K/L empregados na produção de Y e X de $(K_y/L_y)_1$ e $(K_x/L_x)_1$, respectivamente. Havendo um aumento no preço relativo do bem Y para $(P_y/P_x)_2$, a razão de preços dos insumos aumentaria para $(w/r)_2$ e as quantidades de insumos empregadas na produção de Y e X alterariam para $(K_y/L_y)_2$ e $(K_x/L_x)_2$, respectivamente. Dessa forma, uma elevação no preço relativo de um bem (Y ou X), leva a um benefício dos detentores do fator de produção utilizado de forma intensiva na produção deste bem e a um prejuízo dos demais.

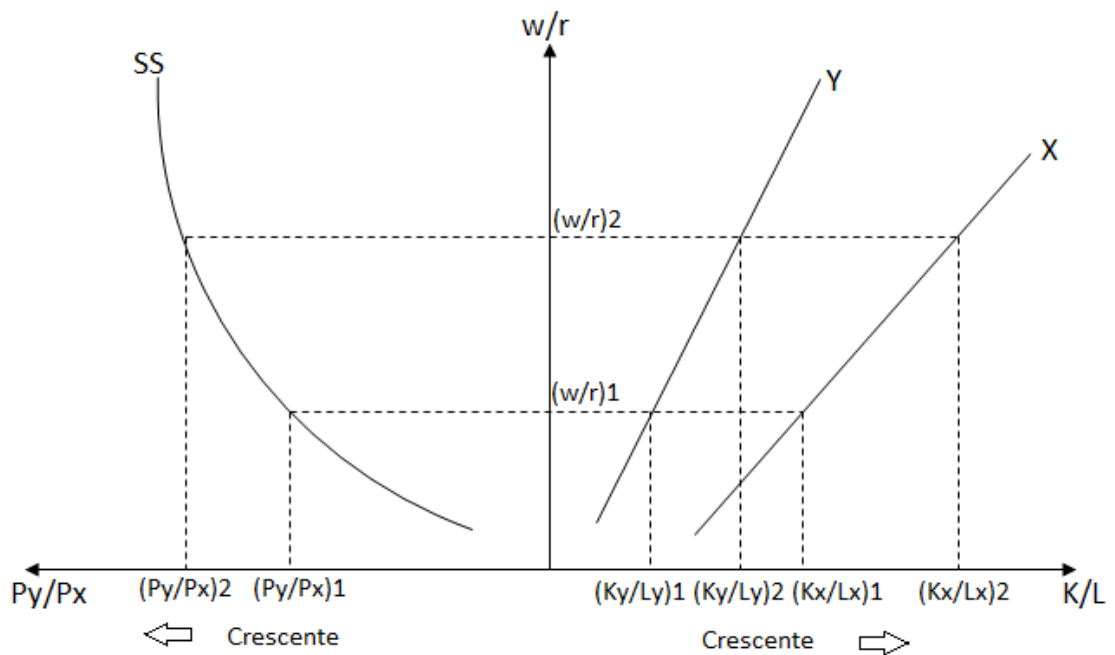


Figura 7 - Escolha dos fatores de produção e preços dos bens
 Fonte: Krugman e Obstfeld, 2005

Considerando dois países na análise (A e B) que são homogêneos, observa-se uma diferença entre eles: o país doméstico (A) é trabalho-abundante, ou seja, possui uma razão trabalho/capital maior do que a do país estrangeiro (B), que por sua vez é capital-abundante.

Desta consideração de abundância dos recursos produtivos são classificados os países e da consideração de intensidade no uso dos recursos são classificadas as indústrias de um determinado país. Da conjugação das duas classificações, tem-se o seguinte postulado do modelo de Heckscher-Ohlin: *os países tendem a exportar bens cuja produção é intensiva em fatores dos quais são dotados abundantemente* (KRUGMAN e OBSTFELD, 2005, p. 56). Em outras palavras, se cada país se especializar na produção do bem que utiliza mais do seu fator abundante, há incentivos e vantagens na troca internacional. Isto acontece porque cada país especializa-se na produção e exportação do bem que possui menor custo de produção em seu território, ou seja, aquele bem que utiliza mais do fator produtivo que é relativamente abundante no país. Deriva desta diferença nas dotações fatoriais o conceito de vantagem comparativa.

Apesar da grande aplicabilidade deste modelo, várias foram as críticas que ele sofreu principalmente no que tange os resultados empíricos. A principal crítica foi feita por Leontief (1953) que atacou a validade do modelo H-O ao verificar que as exportações americanas eram menos intensivas em capital do que suas importações. Este resultado ficou conhecido como o Paradoxo de Leontief e é oposto ao que era previsto pelo modelo, que considera a abundância relativa de K/L nos EUA, quando comparado a outros países. Várias foram as tentativas de solucionar o Paradoxo de Leontief, mas nenhuma delas foi bem sucedida, permanecendo a indecisão a respeito do poder preditivo do modelo (MENCK, 1997).

Dentre as principais críticas feitas ao modelo de H-O, destacam-se: (i) baixo poder preditivo do modelo mesmo em formatos estendidos como no caso do modelo de Heckscher-Ohlin-Vanek (HOV); (ii) o teorema de equalização dos fatores aplica-se apenas para países desenvolvidos, não sendo válido para análises do tipo Norte-Sul; (iii) funções de produção idênticas, que implica em os países possuírem o mesmo nível de produção e a mesma tecnologia; (iv) homogeneidade do capital; (v) ausência de desemprego; (vi) as empresas são idênticas (MENCK, 1997).

O modelo de Heckscher-Ohlin (HO) fornece subsídios à análise do padrão de comércio entre duas economias, sugerindo que o comércio é definido pela diferença na dotação dos fatores das economias. Dessa forma, os países exportarão bens que sejam intensivos nos fatores de produção abundantes em seu território e importarão os bens nos quais o recurso produtivo intensivo é escasso em seu território.

De acordo com Perman (2011), pelo modelo de HO, um país cuja disponibilidade de recursos naturais é abundante e é capaz de assimilar rapidamente os subprodutos indesejáveis da produção, se especializará na produção de bens causadores de danos ambientais. É preciso destacar, no entanto, que a exploração dos recursos ambientais está condicionada a uma regulação ambiental, de forma que a premissa anterior pode não ser verdadeira.

A regulação ambiental reflete os esforços da população e de grupos de interesse para garantir a qualidade ambiental. Copeland e Taylor (1994) salientam que os defensores do livre comércio defendem a hipótese de que a qualidade ambiental é um bem normal, de forma que o comércio induzido por ganhos de renda pode aumentar a demanda por padrões ambientais mais rígidos, o que levaria ao uso de técnicas de produção poupadoras de recursos naturais. No entanto, as técnicas de produção estão condicionadas ao custo que ela gera no processo produtivo, de forma que se esses métodos de produção não mudam, a poluição aumenta à medida que a atividade econômica aumenta para suprir as necessidades do comércio internacional. Os autores destacaram também que, sendo a qualidade ambiental um bem normal, então os países menos desenvolvidos adotarão padrões ambientais menos restritivos, pois a demanda por bens normais varia diretamente mediante alterações na renda do consumidor, o que resulta em aumento da produção de bens relativamente intensivos em poluição.

As diferenças na abundância dos recursos naturais e nos esforços da população e grupos de interesse por qualidade ambiental, inviabilizam a harmonização dos padrões ambientais e da restritividade da regulação ambiental. Assim, pelo modelo de HO, uma regulação mais apertada no país doméstico resulta em um aumento da produção de bens intensivos em poluição no exterior, que são importados pelo país doméstico, e vice-versa, (PERMAN, 2011). Esta é a fundamentação base da hipótese de Pollution Haven, a ser apresentada na seção 2.2.

2.2. A hipótese de Pollution Haven⁶

Considere uma função de produção na qual há geração de poluição, dois bens, X e Y , onde X é o bem "sujo" ou aquele com processo produtivo que gera maior poluição, e Y o bem "limpo", e dois fatores de produção, capital (K)

⁶ Esta seção é baseada em Copeland e Taylor (1994)

e trabalho (L). A função de produção de Y , utilizando-se os dois insumos, tem a seguinte forma:

$$Y = f(K, L) \quad (11)$$

e para o bem X :

$$X = (1 - \theta)g(K, L) \quad (12)$$

onde: θ representa o esforço de redução da poluição e situa-se entre 0 e 1 ($0 < \theta < 1$), ou seja, se $\theta=0$, não há esforço para a redução da poluição e a poluição é função crescente da produção do bem "sujo" (X); se θ sobe, há um acréscimo no esforço de redução da poluição, seguida de uma redução na produção de X e, conseqüentemente, de poluição.

Dadas as seguintes suposições: i) X produz emissões durante o processo de produção, então as emissões totais são dadas por $E = eX$, onde e representa a intensidade das emissões geradas no processo de produção de X ; ii) existem dois países, sendo um "rico" (país A - cuja renda é alta) e um "pobre" (país B - cuja renda é baixa); iii) os países são idênticos com exceção da intensidade de emissões de cada país; iv) as curvas de oferta de cada país é diferente, sendo esta em função do preço (p), intensidade de emissão (e) e razão capital/trabalho (K/L); v) a curva de demanda é idêntica em ambos países, uma vez que as preferências são homotéticas; e, vi) o preço nos dois países é determinado pelo equilíbrio entre as curvas de oferta e demanda. Assim, a curva de oferta toma a seguinte forma:

$$RS\left(p, e, \frac{K}{L}\right) = \frac{X\left(p, e, \frac{K}{L}\right)}{Y\left(p, e, \frac{K}{L}\right)} \quad (13)$$

Quando o preço (p) e/ou a intensidade de emissões (e) aumentam, a oferta do bem X relativamente a Y aumenta. Dessa forma, um aumento na

produção do bem "sujo" reflete em maior exportação deste bem, comparativamente ao bem limpo. Se houver identidade entre os países não haverá comércio, pois, a curva de oferta será a mesma, assim como os preços. Por outro lado, se houver diferença na intensidade das emissões, sendo maior no país de menos renda, uma regulação ambiental menos restritiva ocasionará um aumento de produção de bens sujos no país *B* e uma redução na produção de bens limpos, em função da realocação dos recursos produtivos de *Y* para *X*.

A função de demanda, que é idêntica nos dois países, é uma função dos preços dos dois países, e sua forma é dada por (14):

$$RD_{\frac{X}{Y}(p)} = \frac{b_X(p)}{b_Y(p)} \quad (14)$$

Graficamente, a hipótese de "*Pollution Haven*" pode ser mostrada pela Figura 8. O preço do bem *X* (sujo) é maior no país desenvolvido em relação ao preço do mesmo bem no país em desenvolvimento ($P^A > P^{A*}$), em função de taxas de poluição mais altas no país desenvolvido, refletindo no preço do bem. A consequência direta disto é o declínio da produção de *X* no país *A* e o aumento da produção do mesmo em *B*. Dessa forma, a oferta relativa do país com regulação ambiental menos restritiva (país *B*) caminhará para a direita (RS^*), e o país desenvolvido (país *A*) produzirá e exportará mais do bem limpo *Y* e importará o bem sujo *X* do país *B*, que passará a exportar mais do bem *X*. Em consequência desse aumento da produção e exportação de *X* no país *B*, há o aumento do nível de poluição neste e redução no país *A*, sendo o primeiro caracterizado como porto de poluição (*Pollution Haven*) para os processos produtivos considerados "sujos".

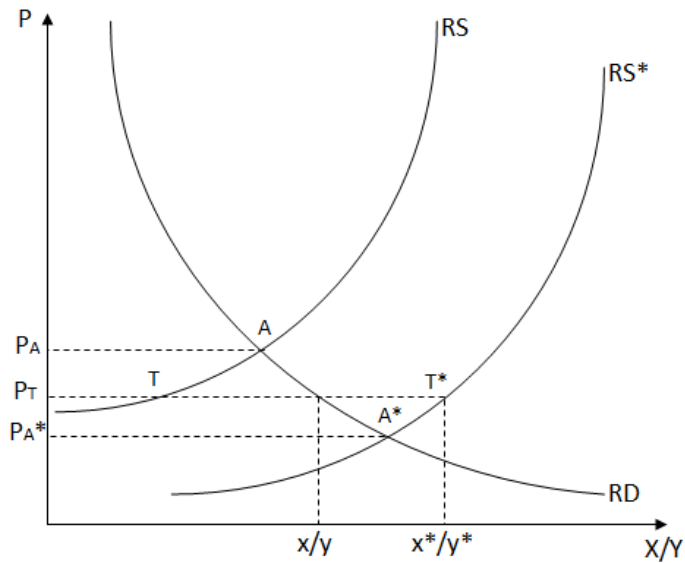


Figura 8 - Esquema gráfico da hipótese de *Pollution Haven*

Fonte: Copeland e Taylor, 2003.

Nota: *- usado para identificar as variáveis dos países em desenvolvimento (país B).

As diferenças existentes entre a restrição da regulação ambiental nos países podem levar à migração de indústrias mais poluentes para países com regulação ambiental mais frouxa, geralmente países em desenvolvimento. Por outro lado, um acirramento da regulação ambiental pode resultar em perda de competitividade para indústrias mais poluidoras e menor exportação de bens "sujos".

Portanto, analisando o comércio de grãos do Brasil para a OCDE à luz da hipótese de *Pollution Haven*, observa-se que o fato de a regulação ambiental brasileira ser menos restritiva em relação à regulação praticada pelos países da OCDE, poderia levar à intensificação da produção de grãos no Brasil, que tipicamente são sistemas produtivos poluidores.

2.3. Regulação ambiental dos países da OCDE e Brasil

O presente estudo utilizará como medida de restritividade da regulação ambiental, o Índice de Desempenho Ambiental (EPI)⁷ desenvolvido

⁷ Importantes estudos na área ambiental utilizam estes índices como variáveis ambientais, entre eles: Zhou et al (2008), Feix et al. (2009), Moreira (2013), Lotz e Allen (2013).

pelo *Yale Center for Environmental Law and Policy* e *Center for International Earth Science Information Network (CIESIN)*. De acordo com Feix et al. (2009), os dois objetivos principais do EPI são a redução dos impactos ambientais que têm efeitos sobre a saúde humana e a promoção da adoção de práticas produtivas e manejo sustentável dos recursos naturais. Estes dois objetivos compõem 25 indicadores de desempenho que são organizados em 6 categorias políticas distintas. Ao final estes 25 indicadores são combinados e formam o EPI total (Figura 9).

Segundo Esty et al (2008), cada um dos 25 índices têm seus valores convertidas para uma medida de meta ambiental estabelecida. Assim, os valores dos índices para os países correspondem a uma classificação quantitativa dos desempenhos ambientais dos mesmos em relação à meta estipulada pelas políticas ambientais praticadas. Os índices variam de 0 a 100, de forma que os países que apresentam desempenho ambiental próximo da meta estabelecida possuem índices mais próximos de 100, e em caso contrário, mais próximos de 0. Esta medida é de grande importância pois orienta os países no que diz respeito à sua regulação ambiental relativa, isto é, os países que apresentam índices abaixo da meta podem se orientar no sentido de melhorar suas práticas de política ambiental em busca do desenvolvimento sustentável. Consideram-se estas medidas como *proxies* da restritividade da regulação ambiental, pois quanto mais acirrada a regulação ambiental mais propenso é o país a atingir a meta ambiental estabelecida e, portanto, maior tende a ser o índice.

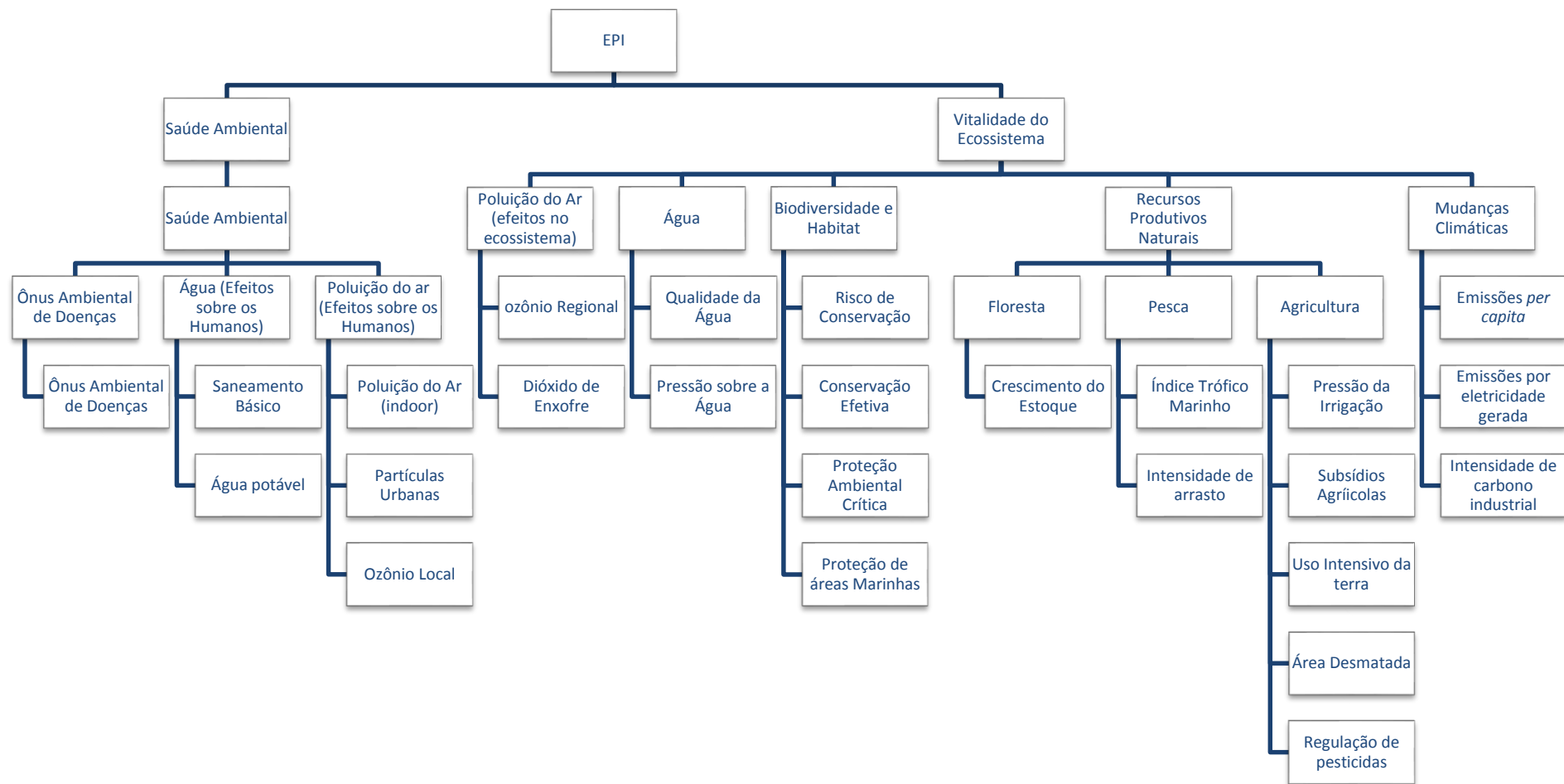


Figura 9 - Construção do Índice de Performance Ambiental - EPI
 Fonte: Esty et al. (2008)

Como pode ser observado na Figura 9, cada categoria política é composta por pelo menos um indicador ambiental e um alvo político a ser atingido pelos países. A distância do alvo político determina o valor do índice conforme demonstra a equação 15, de forma que quanto mais distante do alvo estiver o país menor será o índice.

$$\frac{(\text{Alcance Internacional}) - (\text{Distância até o alvo})}{(\text{Alcance Internacional})} \times 100 \quad (15)$$

em que o Alcance Internacional é entendido como 100 menos o pior desempenho obtido na categoria política; a Distância até o Alvo é a pontuação máxima do alvo menos o desempenho do país naquela categoria política.

As fontes de dados utilizadas para o cálculo dos índices para as diferentes categorias políticas provêm de organizações internacionais, instituições de pesquisas, órgãos governamentais e universidades. Além disso, para cada categoria política é definido um peso em relação ao índice geral de EPI. A Tabela 5 apresenta os pesos relativos de cada indicador, bem como suas fontes de dados e alvo político a ser alcançado.

Contudo, salienta-se que o cálculo dos indicadores de desempenho ambiental apresenta algumas limitações de dados, tais como, informações insuficientes para: exposição a produtos químicos tóxicos metais pesados (chumbo, cádmio, mercúrio); gestão de resíduos urbanos e tóxicos; segurança nuclear; segurança de agrotóxicos; perda de zonas úmidas; perda de espécies; saúde dos ecossistemas de água doce; qualidade da água (sedimentação, poluentes orgânicos e industriais); reciclagem; qualidade agrícola do solo e erosão; desertificação e adaptação climática (ESTY ET AL, 2012).

Tabela 5 - Pesos (como % do EPI), Fonte de dados e alvo político das categorias e subcategorias dos objetivos políticos dos indicadores.

Objetivo	Categoria Política	Indicador	Fonte de Dados	Alvo
Saúde Ambiental (50%)	Carga Ambiental das Doenças (25%)	Carga Ambiental da doença (25%)	World Health Organization	10 DALYs (Disability Life Adjusted Years) por 1000 pessoas
	Poluição do ar (efeitos em humanos) (12,5%)	Poluição do ar interna (6,3%)	World Development Indicators	0% usando combustíveis sólidos
		Poluição do ar externa (6,3%)	World Development Indicators	20 ug/m3 de PM ₁₀
	Poluição da água (efeitos em humanos) (12,5%)	Acesso à água (6,3%)	World Development Indicators	100% com acesso
		Acesso ao saneamento (6,3%)	World Development Indicators	100% com acesso
Vitalidade do Ecossistema (50%)	Poluição do ar (efeitos no ecossistema) (4,2%)	Emissões de dióxido de enxofre por área povoada (2,1%)	Emissions Database for Global Atmospheric Research (EDGAR) v3.2, United National Framework Convention on Climate Change (UNFCCC), Regional Emissions Inventory in Asia (REAS)	0,01 Gg SO ₂ /sq km
		Emissões de óxidos de nitrogênio por área de terra povoada (2,1%)	EDGARv3.2, UNFCCC, REAS	0,01 Gg NO _x /sq km
		Emissões de orgânicos voláteis não metânicos composto por área de terra povoada (0,7%)	EDGARv3.2, UNFCCC, REAS	0,01 Gg NMVOC/sq km
		Ozônio do Ecossistema (0,7%)	Model for OZone and Related chemical Tracers (MOZART) II model	0 ppb superação acima de 3000 AOT40. AOT40 é superação acumulada acima de 40 ppb durante as horas de luz do dia de verão

Poluição da água (Efeitos no ecossistema (4,2%))	Índice de qualidade da água (2,1%)	United Nations Environment Programme (UNEP) Global Environmental Monitoring System (GEMS)/Water	Oxigênio dissolvido: 9,5 mg / l (Temp <20 ° C), 6mg / l (Temp >= 20 ° C), pH: 6,5 - 9 mg / l; Condutividade: 500µS; Nitrogênio Total: 1mg / l; Fósforo total: 0,05 mg / l; amônia: 0,05 mg / l
	Índice de estresse hídrico (1%)	University of New Hampshire Water Systems Analysis	Território 0% sob estresse hídrico
	Índice de escassez da água (1%)	Fand and Agriculture Organization (FAO)of the UN	0 fração do uso excessivo de água
Biodiversidade e Habitat (4,2%)	Proteção do Bioma (2,1%)	International Union for Conservation of Nature (IUCN), CIESIN	10% da média ponderada das áreas do bioma
	Proteção do meio marinho (1%)	Sea Around Us Project, Fisheries Centre, University of British Columbia	10% da Zona Económica Exclusiva (ZEE)
	Proteção de Habitats Críticos (1%)	Alliance for Zero Extinction, The Nature Conservancy	100% locais AZE protegidas
Floresta (4,2%)	Mudança no crescimento do estoque de florestas (2,1%)	FAO	razão >= 1 n metros cúbicos / hectare
	Mudança na cobertura florestal (2,1%)	FAO	Nenhum declínio %
Pesca (4,2%)	Índice trófico marinho (2,1%)	UBC, Sea Around Us Project	nenhuma queda de encosta na linha de tendência
	Intensidade de arrasto (2,1%)	UBC, Sea Around Us Project	Área de 0% com redes de arrasto de fundo, combinada ou dragar captura em áreas

				declaradas ZEE
Agricultura (4,2%)	Intensidade do uso da água (0,8%)		FAO	Recursos hídricos 10%
	Subsídios agrícolas (1,3%)		Yale Center for Environmental Law & Policy, World Development Report, Organization of Economic Cooperation and Development (OECD)	Taxa Nominal de Assistência (NRA) 0
	Regulação de Pesticidas (2,1%)		UNEP-Chemicals	22 pontos
Mudanças Climáticas (25%)	Emissões de gases de efeito estufa <i>per capita</i> (Incluindo as emissões de uso da terra) (12,5%)		World Resources Institute (WRI) Climate Analysis Indicator Tool (CAIT), Houghton 2009, World Development Indicators (WDI) 2009	2,5 Mt CO ₂ eq. (Valor estimado associado com redução de 50% das emissões mundiais de GEE até 2050, aos níveis de 1990)
	Emissões de CO ₂ por geração de eletricidade (6,3%)		International Energy Agency	0 g CO ₂ por kWh
	Intensidade das emissões de gases de efeito estufa industrial (6,3%)		WRI-CAIT, WDI, Central Intelligence Agency	36,3 toneladas de CO ₂ por milhões de \$ (USD \$ 2005, PPP) do PIB industrial (valor estimado associado à redução de 50% nas emissões globais de GEE até 2050, aos níveis de 1990)

Fonte: Esty et al (2010).

A Figura 10 apresenta a média do EPI para os países pertencentes à OCDE e o Brasil nos anos de 2000 e 2010. Observa-se que o país que está mais próximo da meta de desenvolvimento sustentável é a Suíça, com índice igual a 76,19 em 2000 e 76,67 em 2010, seguida da Noruega (68,13 e 69,62), Luxemburgo (68,82 e 69,20). O Brasil ocupa a 21ª posição no ranking, com índice igual a 54,54 em 2000 e 60,90 em 2010. Os países que possuem os menores índices, ou seja, estão mais mal posicionados em relação à meta de desenvolvimento sustentável são Turquia (40,47 e 44,80), México (43,28 e 49,11) e Israel (54,07 e 54,64).

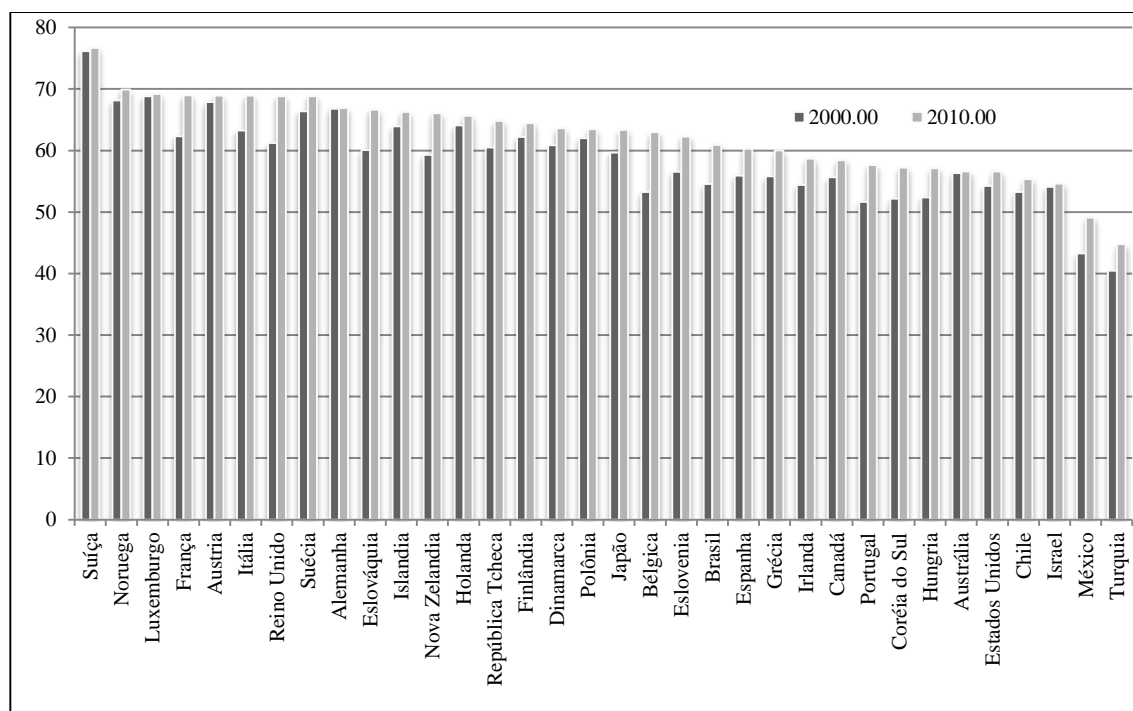


Figura 10 - Índice geral de desempenho ambiental - EPI, 2000 e 2010.
 Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do Yale Center for Environmental Law and Policy, 2013

A Figura 11 apresenta o Índice de Saúde Ambiental para os países da OCDE e o Brasil nos anos de 2000 e 2010. Este índice tem por finalidade capturar o efeito que a qualidade ambiental do país tem sobre a saúde do ser humano. De acordo com estudos realizados pela *World Health Organization* - WHO (2006), cerca de um quarto de todas as doenças e mortes têm causas

ambientais. Dessa forma, torna-se essencial o acompanhamento contínuo das causas ambientais prováveis das doenças em humanos, fornecendo subsídios a elaboração e aplicação de políticas públicas destinadas a reduzir os efeitos ambientais sobre a saúde humana.

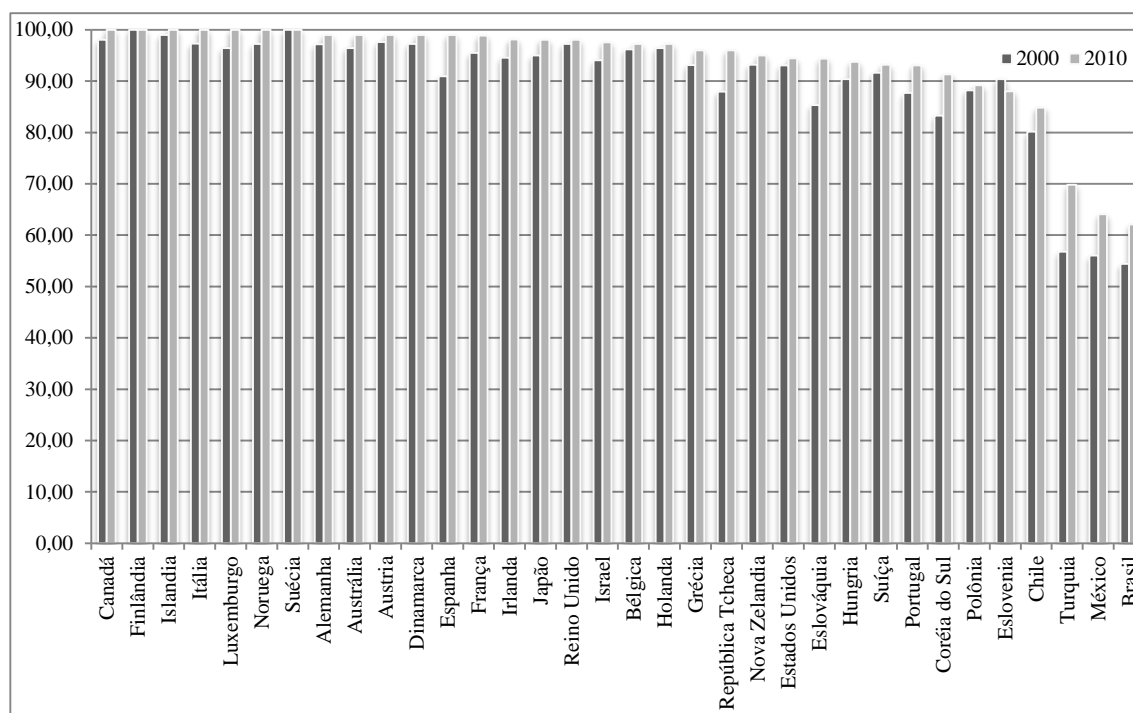


Figura 11 - Índice de saúde ambiental - EH, 2000 e 2010.

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do Yale Center for Environmental Law and Policy, 2013

Neste sentido, o EH fornece aos tomadores de decisão a direção a ser seguida na formulação de políticas públicas e um comparativo do status do país em relação aos demais países do mundo. Apesar de o EH apresentar inúmeras dificuldades, tais como, identificação das formas pelas quais a saúde humana pode ser afetada pelo meio ambiente, e estabelecimento da relação entre a exposição aos problemas ambientais e seus efeitos na saúde; trata-se de um índice completo no que tange a relação entre os diversos estresses ambientais e seus efeitos na saúde humana.

Observa-se pela Figura 11 que aproximadamente 21% da amostra de países considerada atingiu a meta estabelecida para a saúde ambiental no ano

de 2010, apresentando um índice igual a 100, a saber, Canadá, Finlândia, Islândia, Itália, Luxemburgo, Noruega e Suécia.

O Brasil, no entanto, ainda está longe de atingir esta meta, apesar ter apresentado um aumento no índice no período, ocupando o último lugar no *ranking*, com escores iguais a 54,42 em 2000 e 62,47 em 2010. Esty et al (2008) afirmam que vários elementos podem contribuir para valores baixos para este índice, ou seja, uma saúde ambiental ruim. Dentre estes fatores destacam-se os fatores políticos, sociais, econômicos e de infra-estrutura. Como este índice apresenta alta correlação com a renda per capita, segundo os autores, os baixos índices podem refletir uma baixa capacidade financeira do país em proporcionar a saúde ambiental, haja vista que muitos aspectos da saúde ambiental dependem do governo fornecer a infra-estrutura, como por exemplo, saneamento básico. Além disso, os autores destacam que o compromisso do país com a alocação de recursos para a saúde humana, seja individual ou coletiva, reflète em índices superiores a 80.

A Figura 12 apresenta o Índice de Poluição do Ar para a OCDE e o Brasil nos anos de 2000 e 2010. O objetivo deste índice é captar o efeito da poluição do ar sobre a saúde humana e o ecossistema. Segundo Esty et al (2008), compostos como o ozônio (O₃), benzeno (C₆H₆), dióxido de enxofre (SO₂), óxidos de nitrogênio (NO_x) e compostos orgânicos voláteis (VOCs), podem causar impactos ambientais negativos importantes, tais como, chuva ácida, inibição do crescimento das plantas por meio da oxidação, entre outros. Este índice também apresenta grande dificuldade de medição, uma vez que os poluentes se espalham pela atmosfera e podem reagir com outros produtos químicos. Essas dificuldades podem levar à formulação inadequada de políticas, sendo necessária a análise cuidadosa dos dados referentes à qualidade do ar.

Para este índice uma consideração deve ser feita. Países menores e menos desenvolvidos, em geral apresentam maiores índices EVAIR, uma vez que estes são menos industrializados e, portanto, apresentam baixos níveis de poluição industrial. Entretanto, é preciso observar que, em função da baixa

industrialização destes países, baixos níveis de poluição nem sempre refletem práticas produtivas industriais corretas. Países desenvolvidos e industrializados também podem apresentar altos índices EVAIR, desde que suas políticas de combate à poluição atmosférica sejam eficientes.

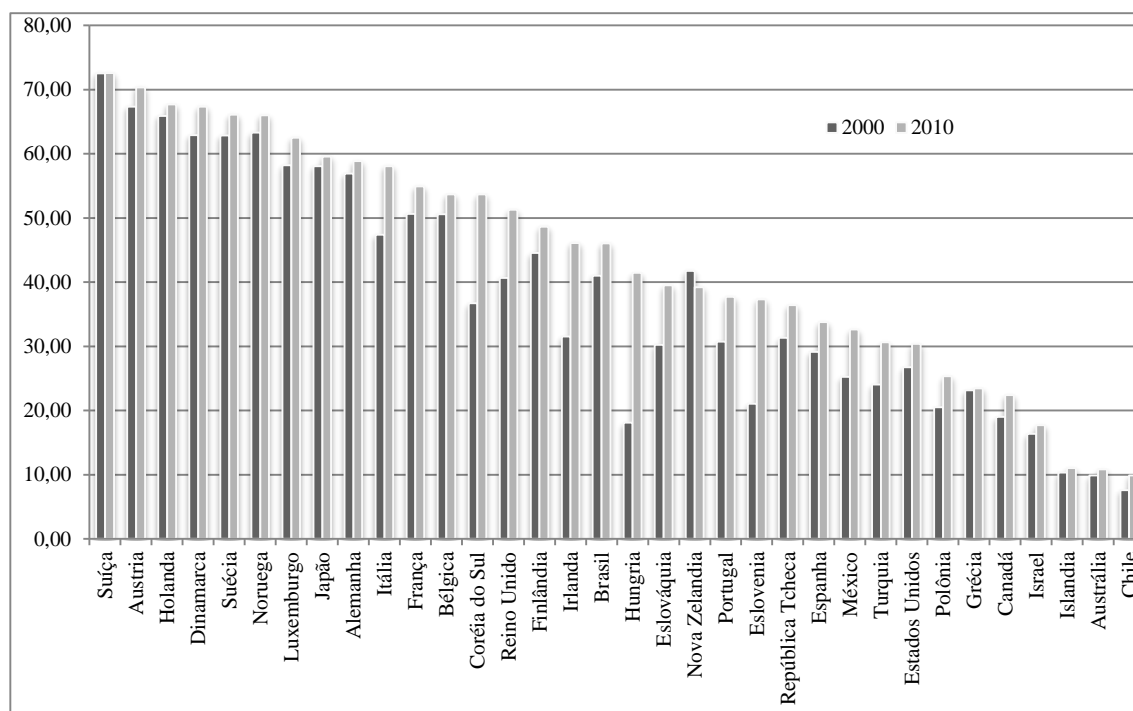


Figura 12 - Índice de poluição do ar - EVAIR, 2000 e 2010.

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do Yale Center for Environmental Law and Policy, 2013

Como mostra a Figura 12, os índices para esta categoria não ultrapassaram a marca de 75, por se tratarem de países desenvolvidos. O país que apresentou maior índice foi a Suíça (72,56 e 72,57), valor ainda distante da meta estabelecida. O Brasil ocupou a 17ª posição, com índice igual (41,01 em 2000 e 46,08 em 2010). Nota-se também, que 58,82% dos países da amostra possuem índice inferior a 50 no ano de 2010, o que demonstra a distância destes países do cumprimento da meta estabelecida. O Chile, Austrália e Islândia, apresentaram os menores índices nos anos de 2000 e 2010, e estão muito distantes de atingir a meta de redução da poluição atmosférica, apresentando escores próximos de 10 nesta categoria política.

A Figura 13 apresenta o Índice de Qualidade da Água para a OCDE e o Brasil nos anos de 2000 e 2010. Este índice é desenvolvido com foco na qualidade e quantidade da água, uma vez que não existem padrões internacionais reconhecidos tanto para a extração dos recursos hídricos quanto para a concentração de poluentes.

Islândia, Finlândia e Noruega, apresentaram os maiores índices para esta categoria, cujos valores respectivos para 2000 e 2010 foram, (64,27 e 64,27), (55,2 e 55,52) e (54,37 e 54,37), demonstrando que estes países mantiveram o padrão de restritividade nesta categoria política. Em comparação, os países com menores índices foram Grécia, Espanha e Israel, que apresentaram escores inferiores a 10 nos dois anos. O Brasil ocupou a 9ª posição no ranking, com escores iguais a (44,87 e 44,87). Observa-se que os índices para esta categoria foram muito baixos (inferiores a 65) e 82,35% dos países da amostra apresentaram índices inferiores a 50, mostrando que as políticas de redução da poluição da água ainda são ineficientes para o cumprimento da meta estabelecida.

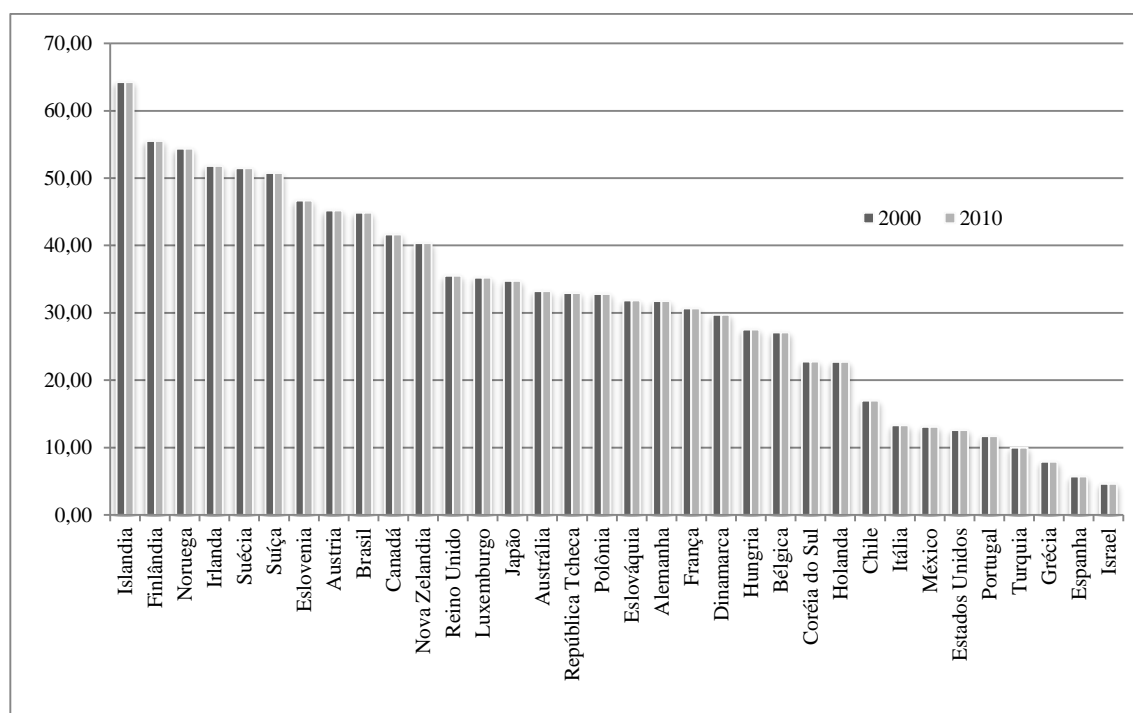


Figura 13 - Índice de poluição da água - EVWATER, 2000 e 2010.

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do Yale Center for Environmental Law and Policy, 2013

A Figura 14 mostra o Índice de Biodiversidade e Habitat para os países da OCDE e o Brasil nos anos de 2000 e 2010. Ao longo do tempo observa-se que as atividades humanas alteram os ecossistemas. No entanto, nos últimos 50 anos, conforme destacado no *Millennium Ecosystem Assessment* (2005), o ritmo das alterações ecossistêmicas com causas antrópicas aumentou, causando grandes e irreversíveis perdas na biodiversidade terrestre. Uma vez que a biodiversidade garante inúmeros serviços ambientais, é preciso uma regulação que proteja o que ainda resta de biodiversidade. Atualmente as medidas que retratam a boa gestão dos recursos naturais para formulação de políticas de regulação têm focado na abordagem ecossistêmica e não apenas na abordagem setorial, resultando em análises mais abrangentes e mudanças na legislação para garantir a saúde e integridade dos ecossistemas inteiros (ESTY ET AL, 2008).

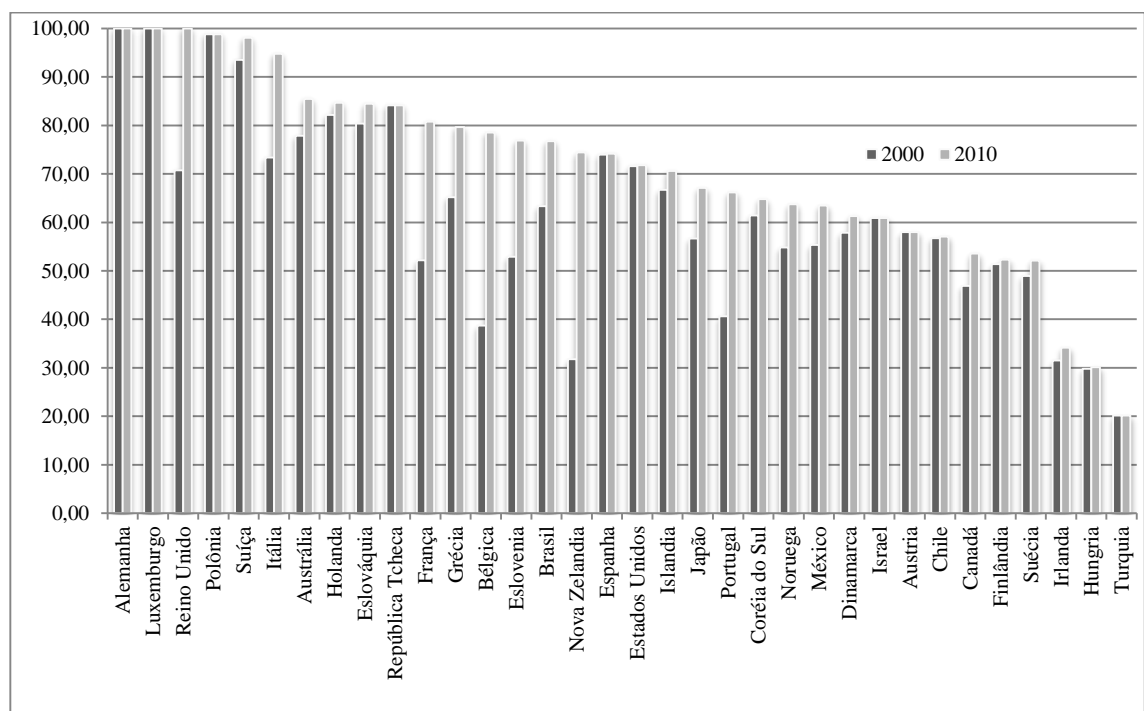


Figura 14 - Índice de biodiversidade e habitat - EVBH, 2000 e 2010

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do Yale Center for Environmental Law and Policy, 2013

Observa-se pela Figura 14 que alguns países atingiram a meta de regulação ambiental para proteção da biodiversidade e habitat no ano de 2010, a saber, Alemanha, Luxemburgo e Reino Unido. No entanto, países como a Turquia e Hungria, estão longe de cumprir a meta, apresentando índices com escores abaixo de 30 nos anos 2000 e 2010. O Brasil, em razão da grande biodiversidade que possui comparativamente aos países da OCDE, ocupa a 15^a posição no *ranking*, com índice igual a 63,31 em 2000 e 76,76 em 2010.

A Figura 15 apresenta um comparativo do Índice de Agricultura para os países da OCDE e o Brasil. A agricultura é um dos setores mais fortemente dependentes dos recursos naturais e, portanto, um dos mais críticos com relação à regulação ambiental. A agricultura cumpre dois papéis importantes atualmente, aumentar a produção de alimentos e utilizar práticas sustentáveis para isto. Segundo Wood et al. (2000), cerca de 70% da área total terrestre é composta por áreas de agricultura e as práticas produtivas nem sempre levam em consideração a utilização sustentável dos recursos naturais, o que resulta em grande impacto desta atividade sobre o ecossistema. Soma-se a isto o fato de a população estar em rápida expansão e, conseqüentemente, o aumento da demanda por produtos agrícolas. Assim, é necessário configurar políticas públicas que promovam as práticas sustentáveis de produção, de forma a garantir o bem estar social, econômico e, sobretudo, ambiental. O EVAG considera os principais elementos de práticas agrícolas sustentáveis em sua formulação, a saber, proteção de habitats naturais em paisagens agrícolas, gestão ambiental voltada para a produção agrícola, modos de vida humanos sustentáveis de agroecossistemas e gestão ambiental total da cadeia de produção dos alimentos (ESTY ET AL, 2008).

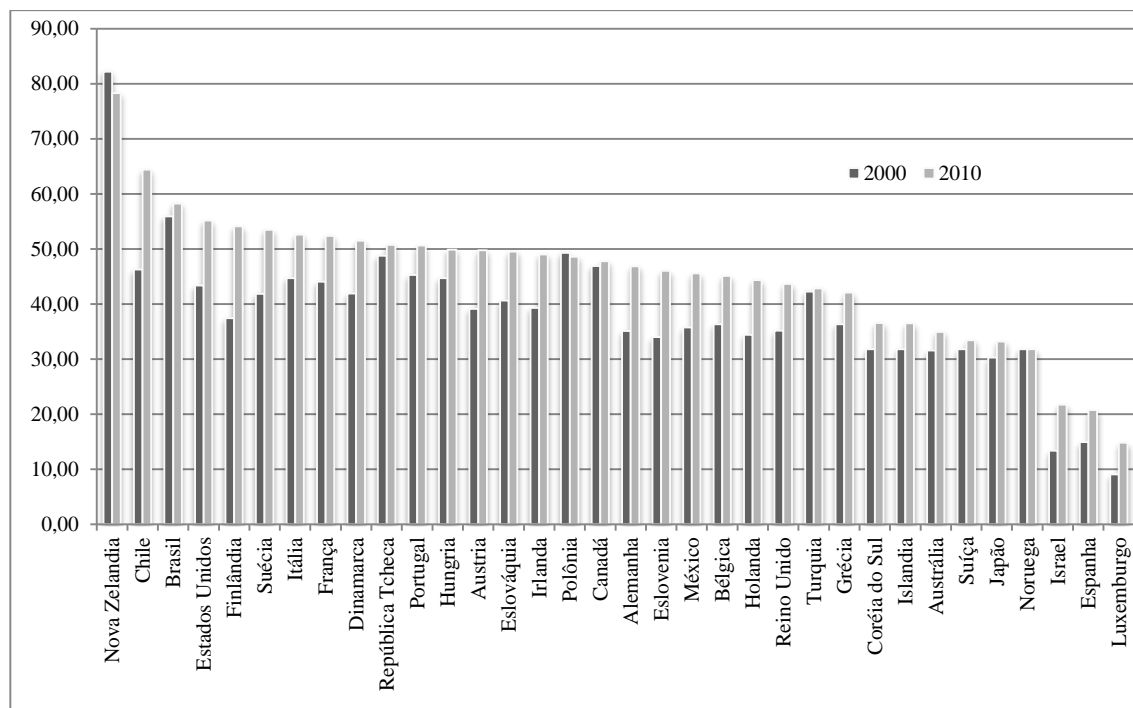


Figura 15 - Índice de agricultura - EVAG, 2000 e 2010.

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do Yale Center for Environmental Law and Policy, 2013

Isto posto, observa-se que os escores para este índice são baixos. O país com maior índice nos anos 2000 e 2010 foi a Nova Zelândia (82,22 em 2000 e 78,30 em 2010) demonstrando uma situação preocupante, uma vez que apesar de ocupar o primeiro lugar no *ranking* o índice apresentou uma tendência de queda no período, o que significa que as práticas agrícolas no país se tornaram menos sustentáveis. Esta tendência também foi seguida pela Polônia, que teve seu escore reduzido de 49,30 em 2000 para 48,62 em 2010.

O Brasil foi o país com o terceiro maior índice nesta categoria política em 2010, cujo escore aumentou de 55,92 em 2000 para 58,29 em 2010, demonstrando que o país tem adotado práticas agrícolas mais sustentáveis, mas ainda não são suficientes para cumprir a meta estabelecida.

Os demais países, aproximadamente 68% da amostra, obtiveram índices abaixo de 50, com Israel, Espanha e Luxemburgo, classificados nos últimos lugares do *ranking*. Valores abaixo de 50 no índice representam ameaças graves à sustentabilidade, pois pode estar ligada a uma regulação

ineficiente no uso de pesticidas e fertilizantes, irrigação, ocupação de áreas para agricultura, entre outros fatores.

Por fim, a Figura 16 apresenta o Índice de Mudanças Climáticas para os países da OCDE e o Brasil. O objetivo deste índice é medir as contribuições relativas de cada país ao aumento dos gases de efeito estufa (GEE) e às alterações climáticas. Este índice é de grande importância pois, os impactos previstos das mudanças climáticas, tais como, aumento do nível do mar, ondas de calor e seca, desertificação e inundações costeiras, afetam diretamente a saúde humana, a agricultura, os recursos hídricos e os ecossistemas.

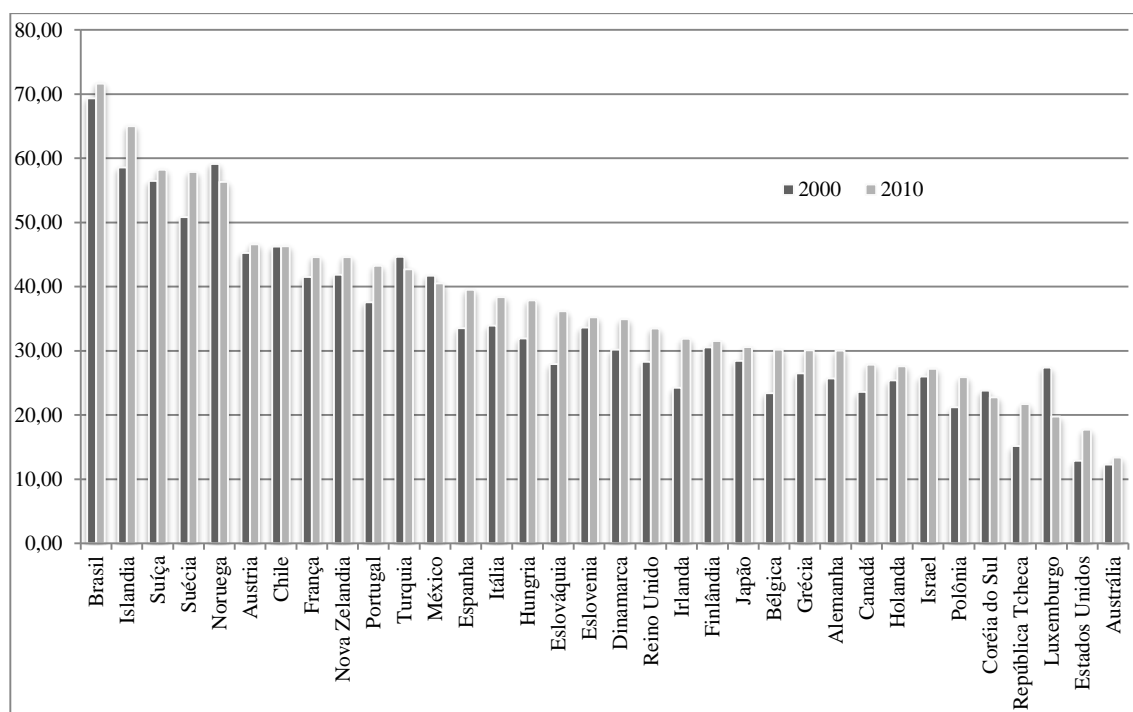


Figura 16 - Índice de mudanças climáticas - EVCLIMATE, 2000 e 2010.

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do Yale Center for Environmental Law and Policy, 2013

Destaca-se que o índice EVCLIMATE não estabelece uma relação entre riqueza e desempenho ambiental. Apesar de, em geral, os países desenvolvidos terem investido mais em políticas nacionais de mudanças climáticas, os resultados dessas políticas ainda não foram satisfatórios. Todavia, muitos países em desenvolvimento apresentaram escores superiores nesta categoria em função de seus baixos níveis de emissões totais, não

significando, contudo, que as políticas de mudanças climáticas nestes países tenham sido pró-ativas (ESTY ET AL., 2008).

Observa-se pela Figura 16 que o Brasil ocupou o primeiro lugar no *ranking*, com escore igual a 69,32 em 2000 e 71,64 em 2010. Este resultado pode ser explicado pelo fato de, apesar de o país apresentar altas taxas de desmatamento, a economia está em desenvolvimento e não é tão fortemente dependente de indústrias de grande intensidade de emissões de poluentes como os países desenvolvidos.

Abaixo dele estão a Islândia, Suíça, Suécia e Noruega. Segundo Esty et al (2008), a Noruega, Suíça e Suécia, adotaram práticas inovadoras para reduzir as emissões totais de GEE, tais como, impostos sobre combustíveis fósseis, melhoria da eficiência energética e gestão florestal sustentável.

Os demais países, aproximadamente 85% da amostra, apresentaram índices abaixo de 50, com Estados Unidos e Austrália ocupando os últimos lugares no *ranking*. Esty et al. (2008) afirmam que países com altas taxas de desmatamento e com economia fortemente voltada para indústrias de grande intensidade de emissões de carbono e alto consumo de energia de consumos fósseis, como Estados Unidos e Austrália, são incapazes de estabelecer metas ambiciosas de redução de emissões na formulação de suas políticas de mudanças climáticas, o que os colocam em posição desfavorável neste quesito.

A seguir são apresentados os índices específicos para a agricultura. O primeiro deles, Figura 17, é o índice de Subsídios Agrícolas nos anos 2000 e 2010. Esty et al. (2012) afirmam que o índice avalia a magnitude dos subsídios e as pressões ambientais por eles exercidas. Segundo Esty et al. (2008) os subsídios fornecidos pelo governo para a produção agrícola podem acentuar a pressão ambiental exercida por esta atividade. Isto acontece porque, de posse deste benefício, os produtores tendem a usar mais produtos químicos em sua produção, além de expandir a atividade para áreas ambientalmente sensíveis e superexplorar os recursos ambientais. A meta a ser atingida pelo AGSUB é o não uso de subsídios, de forma que quanto mais distante o índice estiver do

valor 100 mais subsídios são empregados na agricultura naquele país e mais longe de atingir a meta ele está.

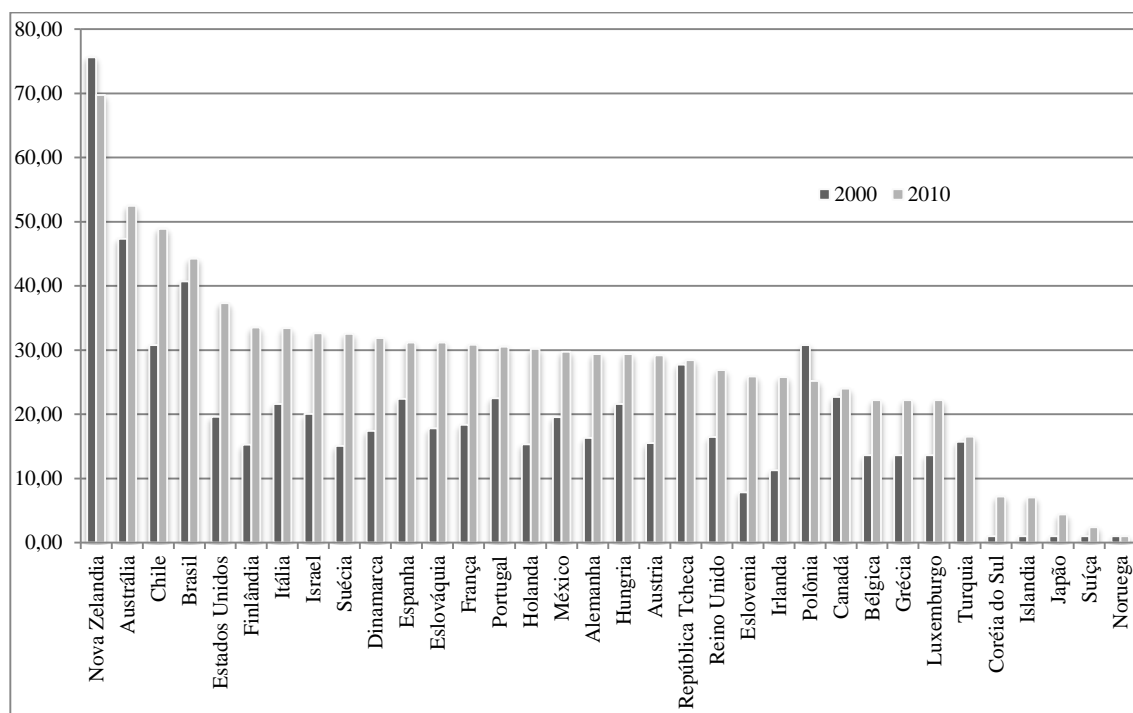


Figura 17 - Índice de Subsídios Agrícolas - AGSUB, 2000 e 2010.

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do Yale Center for Environmental Law and Policy, 2013

Os resultados para este índice mostram que os países ainda são muito dependentes de subsídios em suas produções agrícolas. O país que apresentou os maiores escores para o índice nos anos 2000 e 2010 foi a Nova Zelândia, com índice igual a 75,61 em 2000 e 69,72 em 2010, indicando que o país não conseguiu manter a restritividade da regulação desta categoria política ao longo dos anos. Os demais países apresentaram índice abaixo de 50, o que indica uma situação muito desfavorável em relação ao cumprimento da meta ambiental. O Brasil ocupou o quarto lugar no *ranking*, com índice igual a 40,70 em 2000 e 44,26 em 2010. E países como Japão, Suíça e Noruega, apresentaram índices inferiores a 5 nos dois anos.

A Figura 18 apresenta os resultados para o índice de regulamentação do uso de pesticidas (POPs) para o Brasil e os países da OCDE nos anos 2000 e 2010. Esty et al (2008) destacam que os pesticidas são uma importante fonte

de risco ao meio ambiente e a saúde humana, estando estes associados a inúmeras doenças e ao desequilíbrio do ecossistema. O índice POPs é um indicador da atenção governamental para a questão da regulação do uso de pesticidas, tendo com base a Convenção de Roterdã⁸ e a Convenção de Estocolmo⁹. Além disso, avalia em que medida os países têm limitado ou proibido o uso de produtos químicos tóxicos.

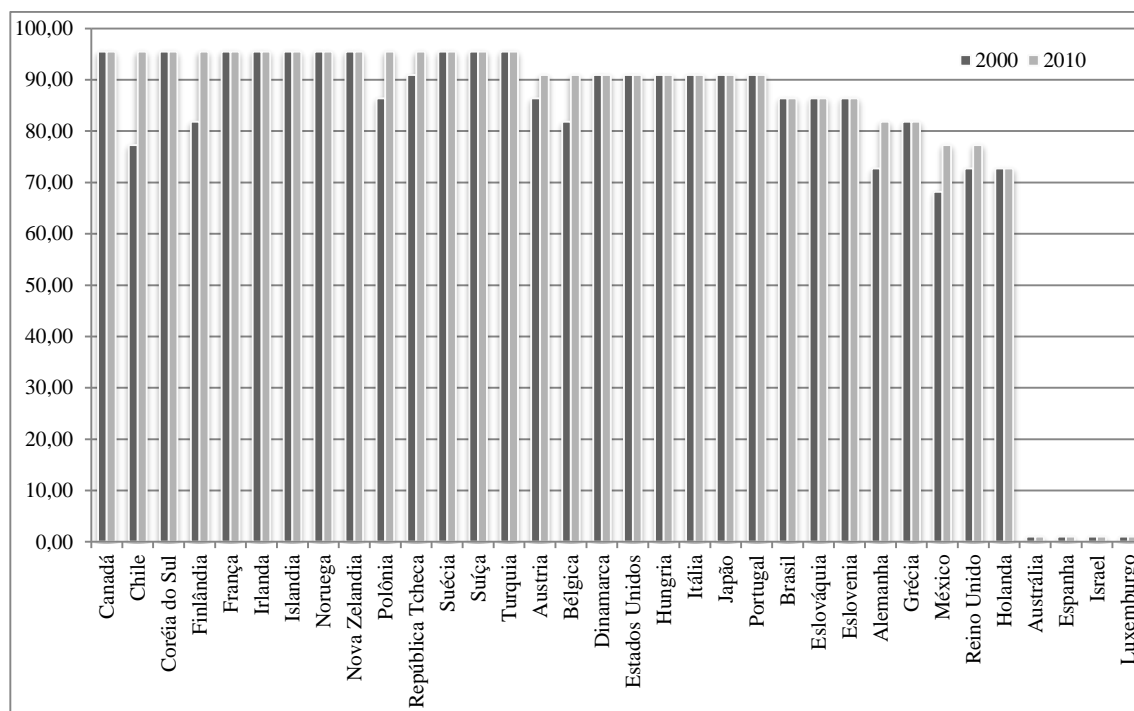


Figura 18 - Índice de Regulamentação do Uso de Pesticidas - POPs, 2000 e 2010.

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do Yale Center for Environmental Law and Policy, 2013.

Os resultados para o índice mostram que cerca de 79% dos países da amostra tiveram índices superiores a 80 no período, o que indica que os países têm mostrado interesse em resolver a questão da regulação dos pesticidas, principalmente no que tange a proibição dos principais POPs utilizados na agricultura, a saber, aldrina, clordano, DDT, Dieldrin, Endrin, heptacloro, hexaclorobenzeno, Mirex e Toxafeno. O Brasil é um destes países e apesar de

⁸ Restringe o comércio de produtos químicos tóxicos.

⁹ Proíbe o uso de Poluentes Orgânicos Persistentes (POPs).

ocupar a 23^a posição no *ranking*, teve índice igual a 86,36 nos anos 2000 e 2010.

No entanto, é preciso destacar que alguns países estão muito distantes da meta estabelecida para esta categoria de política. Entre eles encontram-se a Austrália, Espanha, Israel e Luxemburgo, com índices iguais a 1. Este resultado mostra a heterogeneidade dos países no que tange os interesses políticos de cada um e destaca que muito ainda há de ser feito para solucionar o problema do uso de pesticidas com uso intensivo de substâncias químicas nocivas ao meio ambiente e à saúde humana. Esty et al (2008) afirmam que a boa pontuação no índice é dada pelo cumprimento de 11 medidas (os dois tratados e os nove poluentes) atribuindo no máximo dois pontos para cada medida. Dessa forma, os valores baixos dos índices para estes países podem significar que apesar dos mesmos terem assinado tanto a Convenção de Estocolmo quanto a de Roterdã, ainda não apresentaram nenhum planejamento para a proibição dos nove POPs considerados.

A Figura 19 por sua vez apresenta o índice de proteção dos biomas para os países da OCDE e o Brasil nos anos 2000 e 2010. De acordo com Esty et al (2012) este indicador mede o esforço dos países em proteger 17% de cada bioma terrestre em seu território, de acordo com a meta estabelecida pela Convenção sobre a Diversidade Biológica. Por este índice é possível verificar se os países estão formulando políticas públicas adequadas para a proteção de seus biomas, de forma que, quanto mais próximo de 100 for o índice, mais próximo da meta estabelecida pelo EPI está o país.

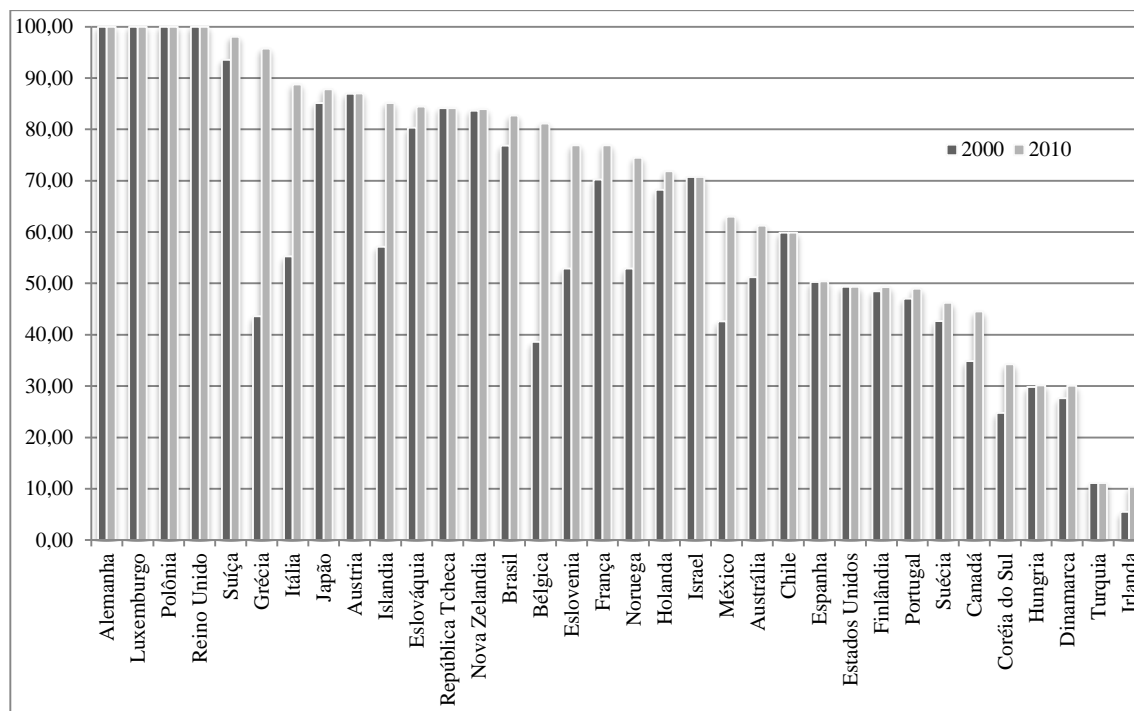


Figura 19 - Índice de Proteção dos Biomas - PACOV, 2000 e 2010.

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do Yale Center for Environmental Law and Policy, 2013.

Os resultados mostram que apenas Alemanha, Luxemburgo, Polónia e Reino Unido, apresentaram índices iguais a 100 para esta categoria nos anos 2000 e 2010. Observa-se ainda que os países são muito heterogêneos no que tange as políticas de conservação dos biomas. Ao passo que os países supracitados estabelecem boas práticas de conservação dos biomas, países como a Turquia e a Irlanda, apresentaram índices abaixo de 10, indicando que estes estão muito distantes das metas estabelecidas pelo EPI. Neste quesito, o Brasil ocupa a 14ª posição no ranking, com índice igual a 76,82 em 2000 e 82,71 em 2010. No entanto, salienta-se que o país não é recompensado por proteger mais do que 17% em um determinado bioma e não atingir a meta em outro bioma, de forma que no caso do Brasil, por exemplo, apesar de preservar mais do que 17% do bioma Amazônia, apresenta falhas ao proteger outros biomas, como por exemplo, o cerrado.

A Figura 20 apresenta os resultados para o índice de crescimento do estoque de florestas para os países da OCDE e o Brasil nos anos 2000 e 2010. Define-se crescimento do estoque como sendo o volume de pés de árvores

acima de um determinado tamanho mínimo de floresta. Dessa forma, quanto maior o índice maior o estoque de crescimento, que se traduz em mais biomassa em pé e florestas mais conservadas. Esty et al. (2008), no entanto, ressaltam que o volume da floresta não pode ser traduzido em boa qualidade da mesma, sendo necessário avaliar a biodiversidade e a distribuição das espécies arbóreas e suas idades.

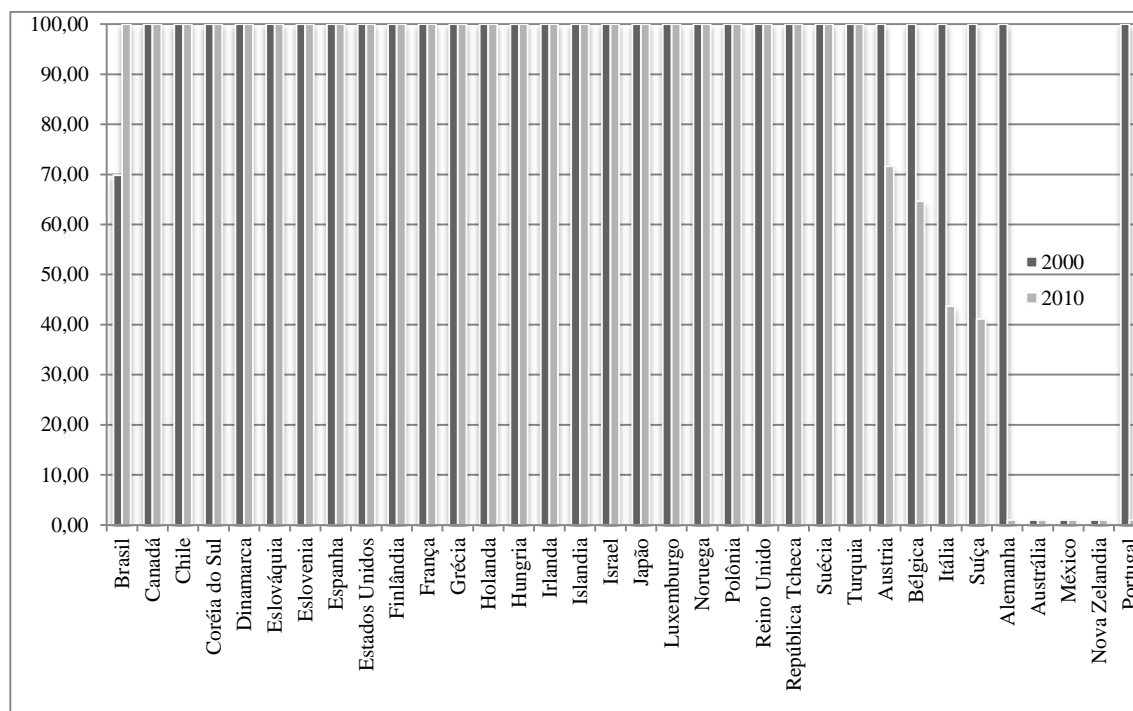


Figura 20 - Índice de Crescimento do Estoque de Florestas - FORGROINV, 2000 e 2010.

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do Yale Center for Environmental Law and Policy, 2013.

Os resultados mostram que cerca de 91% dos países da amostra apresentaram índices iguais a 100 no ano 2000. No entanto, esse percentual caiu para aproximadamente 76% em 2010, o que significa que alguns países apresentaram uma redução do volume de suas florestas no período, tais como, Áustria, Bélgica, Itália, Suíça e Portugal. O Brasil encontra-se na 1ª posição no *ranking*, e apesar de apresentar índice igual a 69,84 em 2000, adequou sua política ambiental para atingir a meta nesta categoria. No entanto, existem países muito distantes do cumprimento desta meta. É o caso da Austrália, México e Nova Zelândia, que obtiveram índices iguais a 1 no período.

Contudo Esty et al (2008) afirmam que valores baixos para este índice podem estar associados à dificuldade de obtenção de dados consistentes sobre a condição real dos biomas, haja vista que alguns países recolhem dados mais detalhados a nível nacional, mas que muitas vezes são inadequados para uma comparação global.

A Figura 21 apresenta o índice de mudança da cobertura vegetal, pode ser traduzido como uma taxa de desmatamento e é um complemento do índice anterior. A meta do EPI para este índice é zero, ou seja, não haver mudanças na cobertura florestal. Sabendo-se que a taxa de regeneração das florestas é mais lenta do que seu corte, e que estas práticas são insustentáveis e prejudiciais ao meio ambiente, as políticas governamentais têm que ser tais que, o corte das florestas respeite, no mínimo, o prazo de regeneração das mesmas, proporcionando a mudança zero na cobertura florestal. De acordo com Esty et al (2012), a redução da cobertura vegetal é entendida como desmatamento e pode estar associada à expansão agrícola e urbana, reduzindo a saúde do ecossistema florestal.

Os resultados mostram que aproximadamente 85% dos países da amostra cumpriram as metas de mudança zero na cobertura florestal em 2000, percentual este que reduziu para aproximadamente 82% em 2010. No entanto, alguns países ainda estão muito abaixo das metas estabelecidas, como o México que no ano de 2010 apresentou índice igual a 51,85, o Brasil cujo índice foi igual a 39,09 e a Austrália que apresentou escore igual a 30,54 no referido ano, o que a colocou no último lugar do *ranking*. Salienta-se que este resultado reflete um aumento no desmatamento, o que no caso do Brasil, em geral, pode ser explicado pelo avanço da agricultura e pecuária sobre áreas de floresta.

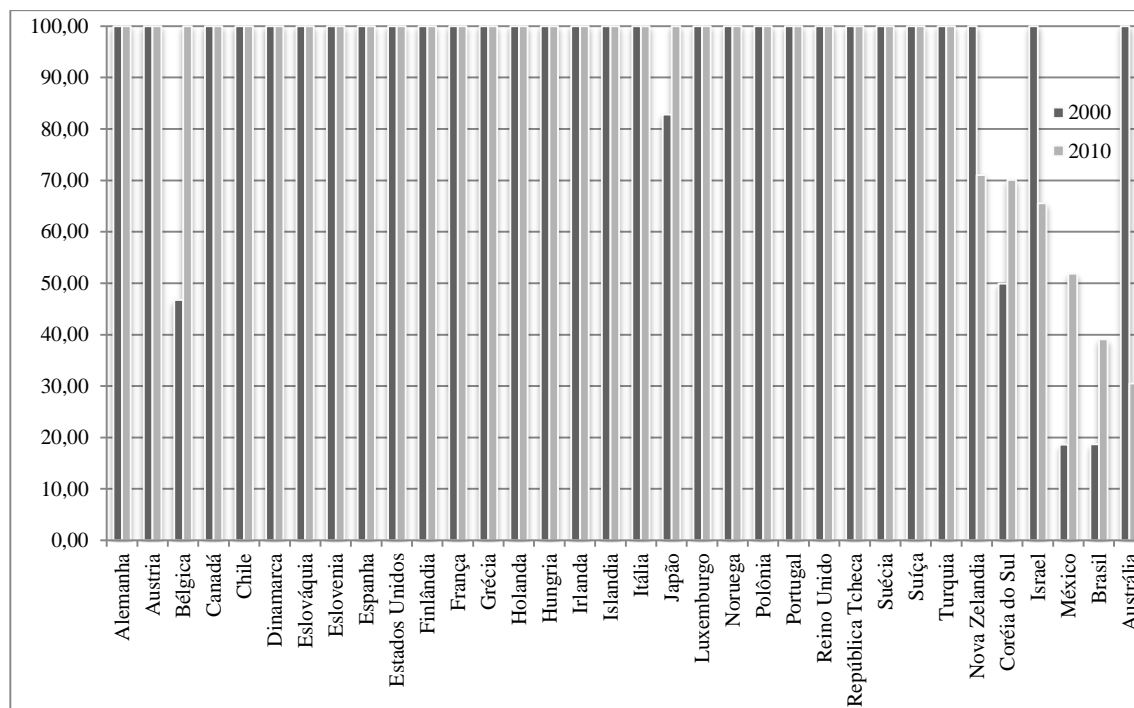


Figura 21 - Índice de Mudança na Cobertura Florestal - FORCOINV, 2000 e 2010.

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do Yale Center for Environmental Law and Policy, 2013.

O Índice de Emissões de CO₂ por Produto Interno Bruto (CO₂GDP) para os anos 2000 e 2010 é mostrado na Figura 22. Por este índice é possível verificar se as práticas industriais são intensivas em poluição ou não. Dessa forma, quanto mais próximo de 100 for o índice do país mais limpas são as tecnologias empregadas para produção industrial, considerando o tamanho da economia. Segundo Esty et al (2012), o IPCC indica a redução das emissões em 50% dos níveis de 2000 até 2050 com o objetivo de conter o aumento da temperatura global.

Os resultados mostram que todos os países da amostra apresentaram índices baixos, com valores abaixo de 70, o que indica que as tecnologias empregadas na produção ainda são intensivas em poluição. Os países que tiveram os maiores índices no período foram Suécia e Suíça, com índices iguais a 69,38 e 66,60, respectivamente no ano de 2010. O Brasil ocupa o 5º lugar no ranking, com índice igual 56,04 em 2000 e 60,64 em 2010. Observa-

se que países mais industrializados, como Estados Unidos e Canadá, ficaram mal posicionados no ranking, com índices abaixo de 40.

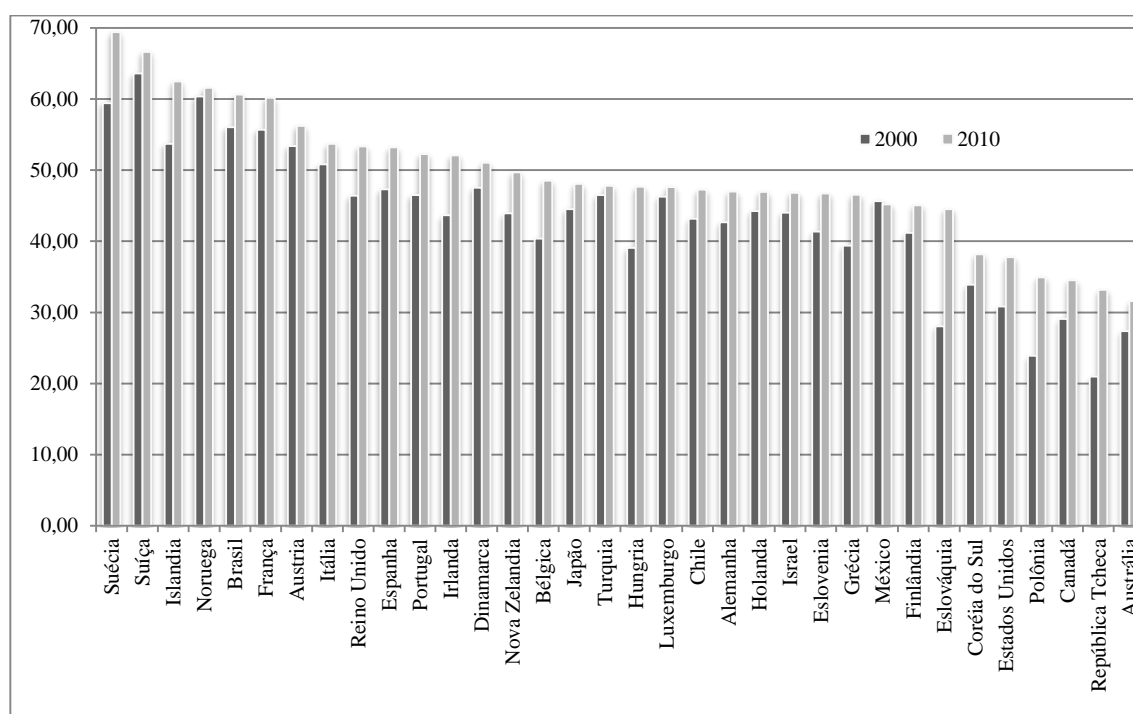


Figura 22 - Índice de Emissões de CO2 por Produto Interno Bruto - CO2GDP, 2000 e 2010.

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do Yale Center for Environmental Law and Policy, 2013.

A análise dos índices de desempenho ambiental indica que há uma grande discrepância entre os países no que tange a formulação de políticas ambientais, demonstrando que cada país irá determinar sua regulação ambiental interna de acordo com seus interesses políticos, econômicos e sociais. Esta característica pode ser considerada um entrave às práticas produtivas sustentáveis, uma vez que o interesse global e o bem estar coletivo são postos de lado, em prol do crescimento econômico desordenado e práticas produtivas mais baratas. No entanto, salienta-se que grande avanço já foi feito no que concerne a formulação de políticas ambientais, como pode ser observado pelos inúmeros acordos internacionais que norteiam a regulação ambiental.

A Tabela 6 apresenta a média e o posicionamento do Brasil nos índices de desempenho ambiental em relação aos demais países da OCDE nos anos de 2000 a 2010. Observa-se que de maneira geral a média dos índices foi baixa, com exceção dos índices EH, POPs e FORGROINV. No entanto, para estes índices que apresentaram uma média elevada para os países, o Brasil ocupou posições baixas no ranking, a saber, 34º, 25º e 30º lugares, respectivamente. Isto indica que o Brasil ainda apresenta baixa capacidade de adequação aos padrões ambientais internacionais e uma regulação ambiental interna muito branda, o que dificulta o cumprimento das metas ambientais estipuladas.

Tabela 6 - Média e posicionamento do Brasil nos índices de desempenho ambiental.

Índice	Média	% de países acima da média	% Países com índice acima de 70	Brasil acima de 70	Brasil acima da média	Posição Brasil no Ranking
EPI	60,90	58,32	2,94	Não	Não	22º
EH	92,32	73,53	91,18	Não	Não	34º
EVAIR	41,94	52,94	2,94	Não	Sim	16º
EVWATER	31,51	55,88	0,00	Não	Sim	9º
EVBH	67,88	52,94	50,00	Sim	Sim	14º
EVAG	41,46	58,32	2,94	Não	Sim	2º
EVCLIMATE	34,56	35,29	0,00	Não	Sim	1º
AGSUB	22,56	52,94	0,00	Não	Sim	2º
POPs	79,25	79,41	88,23	Sim	Sim	25º
FORGROINV	88,11	82,35	88,23	Sim	Não	30º
FORCOINV	93,3	82,35	88,23	Não	Não	34º
CO2GDP	45,71	47,06	0,00	Não	Sim	4º

Fonte: Resultados da pesquisa.

Salienta-se que apesar de o Brasil ter ficado acima da média em aproximadamente 67% dos índices analisados, em apenas 25% destes o escore foi acima de 70. Este resultado indica uma forte tendência do país em estabelecer exigências ambientais brandas em relação aos países da OCDE, o

que resulta em não cumprimento das metas ambientais internacionais e, conseqüentemente, valores baixos para os índices de desempenho ambiental.

No que concerne ao posicionamento do Brasil no ranking dos índices, observa-se que os índices em que este ficou mais bem posicionado foram: EVCLIMATE (1º), AGSUB (2º), EVAG (2º), CO2GDP (4º) e EVWATER (9º). No entanto, observa-se que para tais índices a média dos países considerados foi baixa (em torno de 40), não havendo nenhum país com índice acima de 70. Conclui-se a partir daí que apesar da boa classificação do Brasil no *ranking* destes índices em relação aos países da OCDE, isso não se traduz em melhoria significativa do desempenho ambiental, significando apenas que todos os países considerados estão muito abaixo das metas ambientais estabelecidas, inclusive o Brasil. Este resultado também pode estar associado ao estabelecimento de metas muito ambiciosas para tais índices, resultando no não cumprimento destas pelos países.

Como ressaltam Feix et al (2009) os índices de desempenho ambiental fornecem a base para uma análise comparativa das políticas ambientais praticadas nos países. Dessa forma, se a regulação ambiental no país for restritiva e voltada para o cumprimento das metas ambientais, os índices convergirão para 100 e, em caso contrário, os índices convergirão para 0. Os baixos valores apresentados pelo Brasil para os índices indicam que a regulação ambiental estabelecida não é promotora de práticas produtivas sustentáveis, podendo levar o país a perder mercados por não atendimento das exigências ambientais, e ainda mais grave, à perda de biodiversidade e uso insustentável dos recursos naturais.

Esta é uma tendência entre os países em desenvolvimento, ocasionada principalmente pela política de subsídios adotada, sobretudo pelos países desenvolvidos pertencentes à OCDE, que reduz os preços internacionais das commodities agrícolas para aumentar a competitividade de seus produtos e leva os países em desenvolvimento a adotarem de forma intensiva os defensivos agrícolas e práticas produtivas não poupadoras de recursos

ambientais, a fim de manterem-se competitivas no mercado internacional (FEIX et al, 2009).

As Figura 23 e Figura 24 apresentam a média da tendência de evolução dos índices de macro políticas (EH, EVAIR, EVWATER, EVBH, EVAG e EVCLIMATE) e políticas agrícolas (PACOV, AGSUB, POPs, FORGROINV, FORCOINV e CO2GDP). Esta tendência foi calculada pelo *Yale Center for Environmental Law and Policy* e *Center for International Earth Science Information Network* (CIESIN) em 2012 com base nos resultados para os índices de desempenho ambiental de 2000 a 2010, e assume valores de -50 a 50, em que valores próximos de -50 indicam um declínio acentuado no índice, próximos ou igual a 0 indicam nenhuma mudança no índice e próximos de 50 o maior progresso no alcance da meta.

Observa-se que quando se consideram as macro políticas o Brasil não apresentou mudança significativa ao longo do tempo, o que indica que analisando um período de dez anos, apesar de o país ter participado de inúmeros acordos ambientais internacionais, estes não se traduziram em esforços significativos na direção de uma regulação ambiental mais restritiva que permitisse atingir as metas estipuladas para tais políticas. As categorias políticas que apresentaram a maior tendência de declínio no período de 2000 a 2010 foram: EWATER e EVAG, que tratam das medidas de regulação ambiental para melhoria da qualidade da água e práticas de agricultura sustentável, respectivamente. Este é um resultado inquietante, na medida em que a economia brasileira é fortemente dependente da atividade agrícola, que por sua vez não tem apresentado evolução na utilização sustentável dos recursos ambientais.

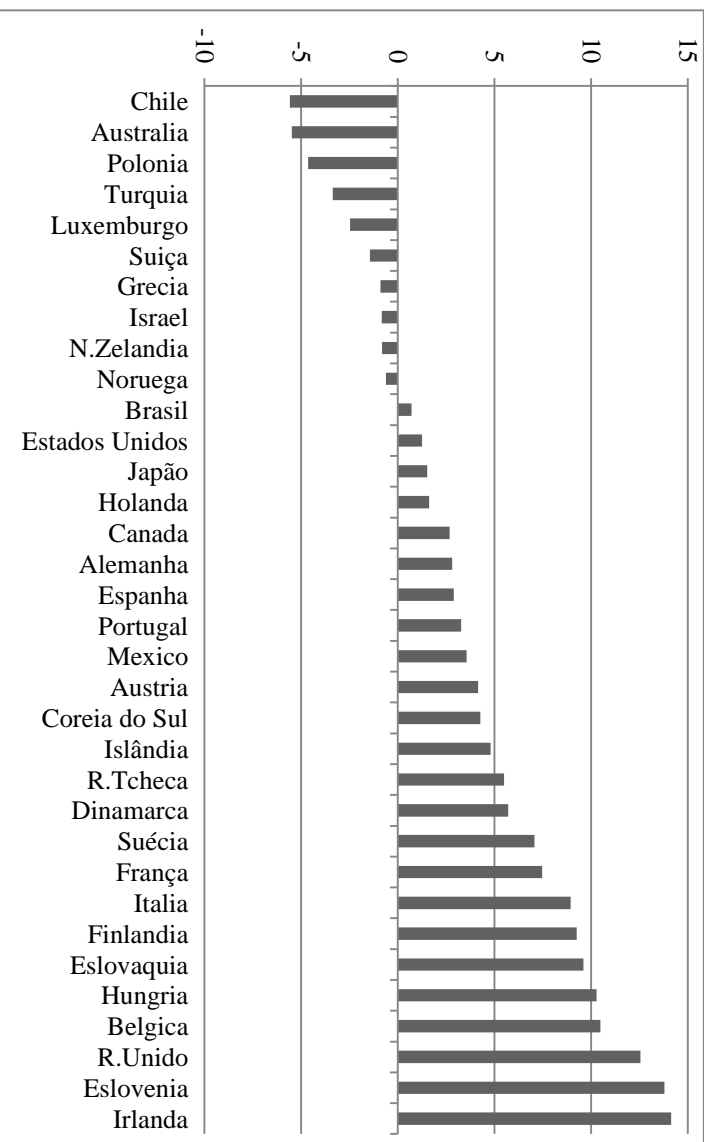


Figura 23 - Índices de macro políticas, média de 2000 a 2010.

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do Yale Center for Environmental Law and Policy, 2013.

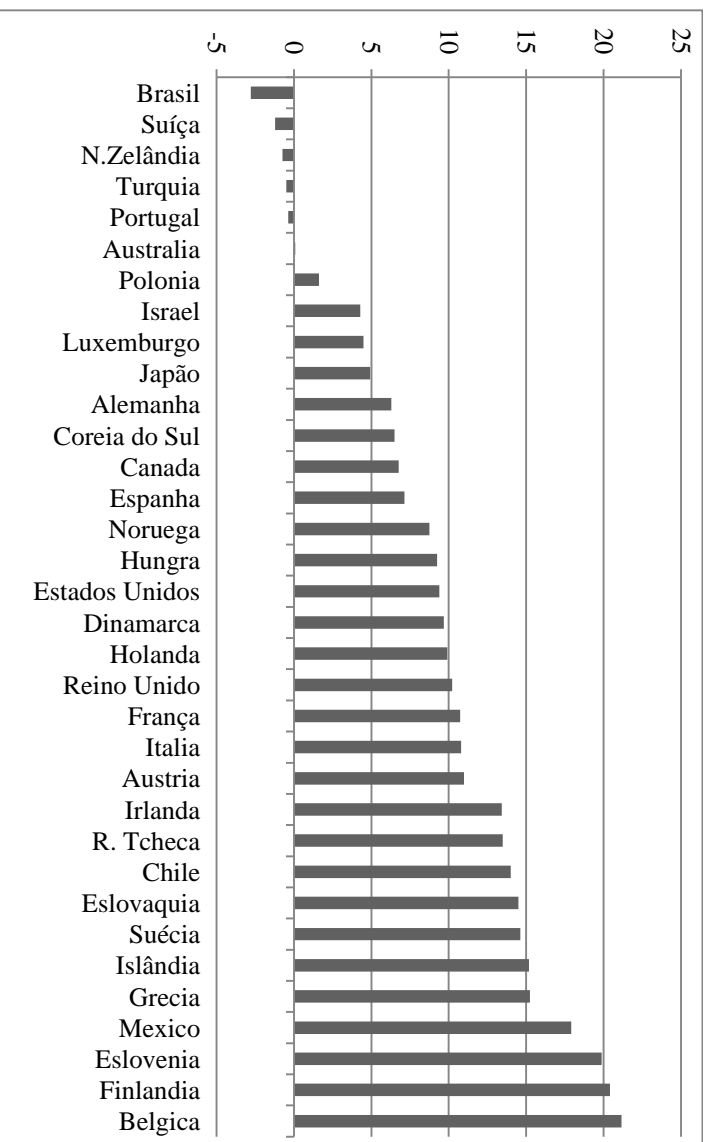


Figura 24 - Índices de políticas agrícolas, média de 2000 a 2010.

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do Yale Center for Environmental Law and Policy, 2013.

Contudo, quando são analisadas as políticas agrícolas este resultado se torna ainda mais preocupante. Observa-se que o Brasil apresentou a maior tendência média de declínio para tais políticas no período considerado. Os responsáveis por este declínio no período foram os índices que medem a mudança na cobertura vegetal e os subsídios agrícolas. Em outras palavras, no período de 2000 a 2010, houve um progresso do desmatamento no país, que pode ser atribuído principalmente ao avanço da atividade agropecuária sobre áreas de floresta e estas atividades se tornaram mais dependentes de subsídios agrícolas, o que estimula a utilização de práticas produtivas e insumos nocivos ao meio ambiente.

A análise detalhada dos índices de desempenho ambiental considerados mostrou que o Brasil encontra-se abaixo das metas ambientais e dos patamares alcançados pelos países da OCDE na maioria deles. Comparando a regulação ambiental nos países pertencentes à OCDE com a brasileira, nota-se que nos primeiros predominam os instrumentos econômicos, com o estabelecimento de taxas, tarifas e certificados de emissões, enquanto no Brasil prevalecem os instrumentos de comando e controle, marcados pelo controle no processo produtivo e estabelecimento de padrões de emissões para fontes específicas. A predominância de instrumentos econômicos para regulação ambiental na OCDE levou a agricultura nestes países a utilizar menos pesticidas, fertilizantes, água e energia por tonelada produzida, conforme relatado no estudo realizado pela organização e intitulado *Compendium of Agri-environmental Indicators* (2013). Assim, o mau desempenho do Brasil em tais índices pode estar associado ao tipo de instrumento de regulação ambiental utilizado (comando e controle), comprovadamente menos eficientes para regular o uso sustentável dos recursos naturais em relação aos instrumentos econômicos. Moraes e Turolla (2004) argumentam que o controle dos problemas ambientais está associado à intervenção decisiva do Estado, favorecendo o compromisso entre os diferentes grupos da sociedade, a saber, investidores, população, governo, entre outros. A implementação eficiente de instrumentos de política está ligada

à disposição da sociedade em internalizar os custos ambientais, decorrentes da influência das políticas de regulação ambiental sobre os preços e custos (taxação, subsídios, mercados de direitos de uso, etc).

Conforme é mostrado pela hipótese de *Pollution Haven*, essas diferenças na restritividade da regulação ambiental entre os países pode ocasionar práticas produtivas degradantes do meio ambiente nos países com regulação ambiental mais branda. Assim, a seção seguinte apresenta os resultados dos modelos estimados considerando os índices de desempenho ambiental elucidados acima.

3. METODOLOGIA

3.1. O modelo gravitacional

O modelo gravitacional foi formulado a partir da teoria Newtoniana, na qual a força exercida pela gravidade entre dois objetos é dada pela razão entre o produto de suas massas e a distância entre eles. Este modelo é bastante utilizado nas diversas áreas das ciências sociais e passou a ser usado para explicar os fluxos de comércio a partir da década de 1960, partindo do princípio de que o volume comercializado entre dois países é função crescente de suas rendas (PIB), que representam o tamanho do mercado de cada país, e decrescente em relação à distância entre os dois parceiros comerciais, que representa os custos de transporte do comércio.

Tinbergen (1962) foi o primeiro a aplicar tal modelo para explicar os fluxos de comércio internacional, seguido por Pöyhönen (1963). Estes estudos iniciais, apesar de baseados apenas em justificativas intuitivas, forneceram as variáveis básicas e as *proxies* que determinam o comércio bilateral entre países. Linnemann (1966) apud Deardorff (1998), utilizando mais variáveis,

procurou justificar o modelo por meio de um sistema Walrasiano de equilíbrio geral. Entretanto, o modelo Walrasiano tende a incluir muitas variáveis explicativas para os fluxos de comércio, o que pode ser reduzido pelo modelo gravitacional, não constituindo uma fundamentação teórica para o mesmo.

No entanto, até o fim da década de 1970, o modelo gravitacional era atóxico, podendo fornecer resultados viesados para os estimadores ou mesmo não condizentes com a realidade. Anderson (1979) foi o primeiro autor a fornecer uma teorização do modelo gravitacional voltado para estudos *cross-section*. Este estudo baseou-se nas pressuposições de preferências homotéticas entre as regiões e produtos diferenciados por local de origem. As vantagens deste estudo consistem em: apresentar a forma multiplicativa da equação; permitir uma interpretação da distância, identificando o coeficiente estimado e podendo ser usado como parte de uma estimação do efeito da mudança dos instrumentos de política; gerar interpretação direta para a vaga pressuposição subjacente de "estruturas" idênticas nas regiões ou países como uma função de gastos idêntica, o que sugere desagregação.

Bergstrand (1985) derivou a equação gravitacional a partir de um modelo de equilíbrio geral para o comércio, no qual algumas pressuposições são feitas, como a substitutibilidade perfeita do produto internacional. Ademais, apresenta uma evidência empírica de que a equação de gravidade é uma forma reduzida de um subsistema de equilíbrio parcial de um modelo geral de equilíbrio com produtos diferenciados, uma vez que empiricamente o preço e a taxa de câmbio têm efeitos plausíveis sobre o fluxo agregado de comércio. Isto indica que a elasticidade de substituição entre produtos importados é maior do que 1, a elasticidade de substituição entre produto doméstico e importado é menor do que 1 e a elasticidade de transformação entre mercados de exportação excede aquela entre a produção para mercado doméstico e externo.

Helpman (1987) discutiu e demonstrou três hipóteses acerca do tema: dois referentes ao comportamento do comércio intra-indústria e um referente ao volume comercializado. O primeiro diz que em dados *cross-section*, quanto

maior a similaridade entre o fator de composição entre os países, maior o comércio intra-indústria. O segundo diz que em séries temporais, quanto mais similar for o fator de composição entre um grupo ao longo do tempo maior o comércio intra-indústria. E o terceiro diz que mudanças no tamanho relativo de um país ao longo do tempo podem explicar o comportamento crescente da razão comércio/renda.

Outros dois estudos de Bergstrand procuraram avançar no desenvolvimento teórico da equação gravitacional, a saber, Bergstrand (1989) e Bergstrand (1990). No primeiro estudo, o autor deriva a equação gravitacional por meio de um modelo de equilíbrio geral de comércio mundial com duas indústrias produto-diferenciáveis e dois fatores, mostrando que esta se ajusta com o modelo de HO para o comércio inter-indústria e o modelo Helpman-Krugman-Markusen de comércio intra-indústria. Este estudo constitui uma extensão aos fundamentos microeconomicos para uma equação gravitacional geral em seu estudo anterior em 1985. Já no segundo estudo, o autor analisa de que forma cada determinante usado em estudos anteriores (PIB, PIB *per capita*, etc), bem como o nível médio e a razão capital/trabalho, especificamente, influenciam o comércio intra-indústria de um dado grupo de commodities. Baseando-se na pressuposição de que o consumidor-trabalhador maximiza uma função de utilidade Cobb-Douglas-CES-Stone-Geary sujeito a uma restrição de renda para dois bens comercializáveis, a indústria X produz bens manufaturados diferenciados, mas substitutos imperfeitos, e a indústria Z produz bens homogêneos não-manufaturados. Estendendo Bergstrand (1989), o estudo mostra que a equação gravitacional é uma ferramenta usual por explicar simultaneamente os impactos de renda nacional, renda *per capita*, razão capital/trabalho e tarifas no nível de comércio intra-indústria entre os pares de países. Os resultados encontrados mostraram que quanto maior a semelhança entre a renda per capita dos parceiros comerciais maior tende a ser o comércio intra-indústria entre os mesmos.

Outro avanço na fundamentação teórica do modelo é Deardorff (1998) que derivou equações para o valor do comercio bilateral para dois casos

extremos do modelo de Heckscher-Ohlin (HO). O primeiro caso é o comércio sem barreiras para bens homogêneos e preferências idênticas e homotéticas. Generalizando este caso para preferências arbitrárias, o autor encontrou que a equação gravitacional poderia levar a um resultado médio igual ao anterior, mas os fluxos individuais de comércio poderiam exceder ou reduzir dependendo dos pesos das correlações entre os exportadores e importadores, ou por divergências entre a oferta e demanda mundial média. O segundo caso considerou cada país produzindo um bem diferente. Neste caso o autor derivou as expressões para o comércio bilateral considerando preferências Cobb-Douglas e preferências de CES (*Constant Elasticity Substitution*), nos quais encontrou valores parecidos para os dois tipos de preferências, sendo que no segundo caso os valores são menores para países distantes em função do custo de transporte.

Levando-se em consideração os argumentos expostos até o momento, a representação log-linear básica da equação gravitacional é dada por:

$$\ln(X_{ijt}) = \beta_0 + \beta_1 \ln(Y_{it}) + \beta_2 \ln(Y_{jt}) + \beta_3 \ln(D_{ij}) + \epsilon_{it} \quad (15)$$

em que X_{ijt} é comércio bilateral, seja em importações, exportações ou a soma de ambas, do país i para o país j no tempo t ; Y_{it} é o Produto Interno Bruto (PIB) ou uma representação da renda interna do país exportador no tempo t ; Y_{jt} é a renda ou PIB do país importador no período t ; D_{ij} é a distância geográfica entre os países i e j ; e ϵ_{it} é o termo de erro que se assume ser independentemente e identicamente distribuído (i.i.d.). Espera-se que os coeficientes de β_0 a β_2 sejam positivos, uma vez que quanto maiores as economias dos países, maior a variedade de produtos para exportação e maior o volume comercializado; e β_3 seja negativo pois quanto maior a distância maiores tendem a ser os custos de transporte e informação, reduzindo o volume exportado.

Partindo das muitas representações do modelo gravitacional, vários foram os estudos que objetivaram analisar a relação existente entre o meio ambiente e o comércio bilateral. Entre eles destacam-se: Xu (2000) que ao analisar se uma política ambiental mais restritiva reduz a competitividade internacional de bens ambientalmente sensíveis, propõe a incorporação de variáveis para representar a restrição ambiental praticada pelos países aos seus parceiros comerciais; concluindo que uma regulamentação ambiental mais severa não reduz as exportações de bens ambientalmente sensíveis. Frankel e Rose (2005) analisaram o efeito do comércio internacional sobre o meio ambiente de um país para determinado nível de renda, onde verificaram indícios da curva ambiental de Kuznets. Jug e Mirza (2005) estimaram uma equação gravitacional estrutural baseada em uma competição monopolística. Para comprovar a robustez de seus resultados, os autores estimaram os modelos predecessores utilizando, entretanto, os novos dados sobre regulação ambiental obtidos por eles. Por terem obtido resultados similares, confirmaram que os resultados de seu estudo não eram definidos pelos seus dados e sim pela forma estrutural do modelo. Constantini e Crespi (2007) procuraram verificar os determinantes e os canais de transmissão das tecnologias ambientais exportadas de países desenvolvidos a países em desenvolvimento, tendo seus resultados comprovado a hipótese de Porter e van der Linde (1995)¹⁰. Honda (2012) refutou a hipótese de que a restrição de substâncias perigosas (RoHS) feitas na União Européia reduziria as importações de máquinas e equipamentos elétricos e eletrônicos.

3.2. Abordagem de Anderson e van Wincoop¹¹

Para analisar a influência da regulação ambiental sobre o comércio, à luz da hipótese de *Pollution Haven*, o presente estudo utilizará o

¹⁰ Porter e van der Linde (1995) afirmam que as firmas com características inovadoras operam em um ambiente competitivo dinâmico, onde se permite a difusão de tecnologias ambientais. Um dos mecanismos que podem proporcionar esta difusão é a regulação ambiental.

¹¹ As demonstrações algébricas do modelo encontram-se disponíveis no Apêndice A deste estudo.

desenvolvimento teórico da equação gravitacional proposto por Anderson e Van Wincoop (2003), que considera a resistência multilateral de forma distinta da abordagem tradicional. Segundo estes autores, a literatura anterior não fornece uma justificativa teórica profunda para a equação gravitacional. A principal falha encontrada anteriormente consiste em não justificar corretamente a inclusão do termo de resistência multilateral ou inclusão atórica deste termo. Isto implica em resultados enviesados pela existência de variáveis omitidas e impossibilidade de realizar exercícios de estática comparativa, que é um dos principais usos da equação gravitacional (ANDERSON e VAN WINCOOP, 2003).

Assim, os autores apresentaram a equação gravitacional fundamentada em três componentes: i) as barreiras bilaterais ao comércio entre o país i e j ; ii) as i 's resistências ao comércio para com todos os países; e, iii) as j 's resistências ao comércio para com todos os países.

Além disso, existem duas pressuposições acerca do modelo. A primeira pressuposição é a diferenciação dos bens por lugar de origem, ou seja, a especialização de cada país na produção de um bem. Dessa forma, a oferta de cada bem é fixa. A segunda pressuposição é que as preferências são homotéticas (ou seja, preferências que resultam em procuras proporcionais ao rendimento) e idênticas, aproximadas por uma função de utilidade CES (*Constant Elasticity Substitution*). Formalmente, sendo c_{ij} o consumo do país j do bem do país i , então os consumidores do país j resolvem o seguinte problema de maximização:

$$\max \left(\sum_i \beta_i^{\frac{1-\sigma}{\sigma}} c_{ij}^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} \right)^{\frac{\sigma}{\sigma-1}} \quad (16)$$

$$sa. \sum_i p_{ij} c_{ij} = Y_j \quad (17)$$

onde: σ é a elasticidade de substituição entre todos os bens; β_i é um parâmetro de distribuição positivo; Y_j é a renda nominal do país j ; e p_{ij} é o preço dos bens do país i para os consumidores do país j .

Assumindo que: i) os preços são diferentes entre os países devido à inobservância direta dos custos de comércio, e dados por $p_{ij} = p_i t_{ij}$ (onde: p_i é o preço de oferta do exportador e t_{ij} é o fator de custo de comércio entre i e j); ii) os custos de comércio, tais como, custos de informação, desenho, custos legais e de regulação e custos de transporte, são arcados pelo exportador, sendo que para cada bem enviado de i para j , o custo de exportação é igual a $t_{ij} - 1$ dos bens do país i ; iii) o valor nominal das exportações de i para j (pagamentos de j para i) é $x_{ij} = p_{ij} c_{ij}$; e, iv) a renda total da região i é $Y_i = \sum_j x_{ij}$; então a demanda nominal dos bens de i pelos consumidores de j , dada pela maximização de (16) sujeito a (17), é:

$$x_{ij} = \left(\frac{\beta_i p_i t_{ij}}{p_j} \right)^{(1-\sigma)} y_j \quad (18)$$

onde: p_j é o índice de preço do consumidor j e entendido como resistência multilateral ao comércio, sendo positivamente dependente das barreiras ao comércio com todos os parceiros, e dado por:

$$p_j = \left[\sum_i (\beta_i p_i t_{ij})^{1-\sigma} \right]^{\frac{1}{(1-\sigma)}} \quad (19)$$

As condições de *market-clearing* implicam em:

$$y_i = \sum_j x_{ij} = \sum_j \left(\frac{\beta_i p_i t_{ij}}{p_j} \right)^{1-\sigma} y_j, \forall i \quad (20)$$

Rearranjando os termos, tem-se:

$$\beta_i p_i P_i = \theta_i^{\frac{1}{1-\sigma}}, \forall_i \quad (21)$$

em que: $\theta_i = \frac{y_i}{y^W}$, é a quota da i -ésima região na renda mundial. Um θ_i grande implica um grande valor de vendas, no qual para um dado parâmetro de preferência β_i , é induzido por um baixo preço do bem p_i . Além disso, altas barreiras ao comércio, em função da alta resistência multilateral P_i , implicam em uma demanda menor pelos bens de i , reduzindo seu preço de oferta p_i . Substituindo (21) em (18), tem-se a seguinte equação gravitacional para as exportações:

$$x_{ij} = \frac{y_i y_j}{y^W} \left(\frac{t_{ij}}{P_i P_j} \right)^{1-\sigma} \quad (22)$$

Observa-se que P_i representa as barreiras médias que o exportador i enfrenta para enviar seus produtos aos seus parceiros comerciais. Por outro lado, P_j representa as barreiras impostas por j a seus demais parceiros comerciais.

E substituindo (21) em (19), tem-se a seguinte expressão para o índice de preços em função das barreiras ao comércio:

$$P_j^{1-\sigma} = \sum_i P_i^{\sigma-1} \theta_i t_{ij}^{1-\sigma}, \quad \forall_j \quad (23)$$

Assim, o modelo gravitacional básico proposto por Anderson e van Wincoop (2003) é a equação (22) sujeito a (23), o que implica dizer que o comércio bilateral depende das barreiras ao comércio entre i e j , dividido pelo produto de sua resistência multilateral ao comércio.

Esta equação gravitacional mostra que o comércio bilateral entre i e j , após controlado o tamanho das economias (ou setores), depende das barreiras bilaterais entre i e j) em relação aos produtos dos seus termos de resistência multilateral. Neste sentido, considerando um aumento em P_i , a demanda pelos

produtos de i seria reduzida e, conseqüentemente, o seu preço de oferta p_i seria reduzido. Desta forma, para uma dada barreira bilateral entre i e j (t_{ij}) haveria uma elevação das exportações de i para j . Para a situação em que há uma elevação de p_j , preço relativo dos produtos de i seria reduzido, ou seja, o preço dos produtos importados por j , proveniente de seus outros parceiros comerciais seria reduzido. Assim, para uma dada barreira bilateral entre i e j , (t_{ij}), as exportações de i para j seriam elevadas, ao passo que as exportações dos outros parceiros de j seriam reduzidas. Vale ressaltar que nos dois casos apresentados, elevação de P_i ou P_j , ocorre uma realocação dos fluxos comerciais. Assim, por exemplo, no caso do aumento de P_i , tudo que deixa de ser exportado para os demais parceiros de i , será exportado para j . Do mesmo modo, quando P_j aumenta, tudo que deixa de ser importado dos demais parceiros de j , será importado de i . Estes aspectos são garantidos pelas condições de equilíbrio de mercado que postulam que tudo o que é produzido é integralmente consumido, ou seja, $y_i = \sum_j x_{ij}$.

O último ponto a ser discutido sobre a teorização do modelo gravitacional é o fator não observável de custo de comércio (t_{ij}). Os autores assumem que t_{ij} é uma função log-linear da distância bilateral (d_{ij}) e da existência de fronteira entre i e j (b_{ij}).

$$t_{ij} = b_{ij}d_{ij}^{\rho} \quad (24)$$

em que: b_{ij} assume valor 1 se i e j não são separados por uma fronteira internacional, e em caso contrário, b_{ij} é igual a um mais a tarifa equivalente à barreira fronteira entre os países.

Substituindo (24) em (22) e aplicando o logaritmo, tem-se a equação empírica que representa a equação teórica desenvolvida por Anderson e Van Wincoop (2003):

$$\begin{aligned} \ln x_{ij} = & k + \ln y_i + \ln y_j - \ln Y^W + (1 - \sigma) \ln b_{ij} + (1 - \sigma) \rho \ln d_{ij} \\ & - (1 - \sigma) \ln P_i \\ & - (1 - \sigma) \ln P_j \end{aligned} \quad (25)$$

Partindo desta equação teórica, o modelo gravitacional básico (equação 25) desenvolvido por Anderson e Van Wincoop (2003) pode ser estimado por diferentes métodos. Para estimar a equação gravitacional, a equação (25) foi tomada em sua forma log-linear, dessa forma os coeficientes das variáveis medem a elasticidade direta da variável dependente em relação às variações ocorridas nas variáveis explicativas. Além disso, foram acrescentadas variáveis *dummy* para a ausência de faixas litorâneas nos países importadores, barreiras tarifárias e não tarifárias às exportações dos grãos selecionados, bem como as variáveis representativas da regulação ambiental.

Tendo-se por base os pressupostos da hipótese de *pollution haven*, onde as diferenças na restritividade da regulação ambiental promovem o aumento das exportações de produtos cujos sistemas produtivos são poluidores, este estudo utilizará o modelo gravitacional para definição das variáveis determinantes do comércio, bem como, para inserir as variáveis de regulação ambiental nestas equações.

Assim, no presente estudo, serão estimados três modelos em razão das diferentes variáveis ambientais consideradas: o Modelo 1 será estimado considerando o índice geral de risco ambiental das atividades produtivas - EPI como variável representativa da regulação ambiental. Para este modelo serão estimadas três equações, sendo uma para o café, o milho e a soja, conforme especificado pelas equações de (26) a (28).

$$\begin{aligned} \ln \text{ExpCafe}_{ijt} & \\ = & \alpha_0 + \underset{(-)}{\alpha_1 \ln \text{RendInt}_{it}} + \underset{(+)}{\alpha_2 \ln \text{RendExt}_{jt}} + \underset{(-)}{\alpha_3 \ln \text{Dist}_{ijt}} \\ & + \underset{(-)}{\alpha_4 \text{DLitoral}} + \underset{(-)}{\alpha_5 \ln \text{BTcafe}_{ijt}} + \underset{(-)}{\alpha_6 \text{DBNTcafe}_{ijt}} \\ & + \underset{(+)}{\alpha_7 \ln \text{EPI}_{jt}} + \varepsilon_{ijt} \end{aligned} \quad (26)$$

$$\begin{aligned}
\ln \text{ExpMilho}_{ijt} &= \alpha_0 + \alpha_1 \ln \text{RendInt}_{it} + \alpha_2 \ln \text{RendExt}_{jt} + \alpha_3 \ln \text{Dist}_{ijt} \\
&\quad + \alpha_4 \text{DLitoral} + \alpha_5 \ln \text{BTmilho}_{ijt} + \alpha_6 \text{DBNTmilho}_{jit} \\
&\quad + \alpha_7 \ln \text{EPI}_{jt} + \varepsilon_{ijt}
\end{aligned} \tag{27}$$

$$\begin{aligned}
\ln \text{ExpSoja}_{ijt} &= \alpha_0 + \alpha_1 \ln \text{RendInt}_{it} + \alpha_2 \ln \text{RendExt}_{jt} + \alpha_3 \ln \text{Dist}_{ijt} \\
&\quad + \alpha_4 \text{DLitoral} + \alpha_5 \ln \text{BTsoja}_{ijt} + \alpha_6 \text{DBNTsoja}_{jit} \\
&\quad + \alpha_7 \ln \text{EPI}_{jt} + \varepsilon_{ijt}
\end{aligned} \tag{28}$$

O Modelo 2 será estimado considerando o índice composto pelas distintas categorias de política ambiental, ou seja, os índices EH, EVAIR, EVWATER, EVBH, EVAG e EVCLIMATE, denominado Índice de Regulação Ambiental de Macro Políticas (IRAM) para as exportações de café, milho e soja, conforme mostram as equações de (29) a (31).

$$\begin{aligned}
\ln \text{ExpCafe}_{ijt} &= \alpha_0 + \alpha_1 \ln \text{RendInt}_{it} + \alpha_2 \ln \text{RendExt}_{jt} + \alpha_3 \ln \text{Dist}_{ijt} \\
&\quad + \alpha_4 \text{DLitoral} + \alpha_5 \ln \text{BTcafe}_{ijt} + \alpha_6 \text{DBNTcafe}_{jit} \\
&\quad + \alpha_7 \ln \text{IRAM}_{jt} + \varepsilon_{ijt}
\end{aligned} \tag{29}$$

$$\begin{aligned}
\ln \text{ExpMilho}_{ijt} &= \alpha_0 + \alpha_1 \ln \text{RendInt}_{it} + \alpha_2 \ln \text{RendExt}_{jt} + \alpha_3 \ln \text{Dist}_{ijt} \\
&\quad + \alpha_4 \text{DLitoral} + \alpha_5 \ln \text{BTmilho}_{ijt} + \alpha_6 \text{DBNTmilho}_{jit} \\
&\quad + \alpha_7 \ln \text{IRAM}_{jt} + \varepsilon_{ijt}
\end{aligned} \tag{30}$$

$$\begin{aligned}
\ln \text{ExpSoja}_{ijt} = & \alpha_0 + \alpha_1 \ln \text{RendInt}_{it} + \alpha_2 \ln \text{RendExt}_{jt} + \alpha_3 \ln \text{Dist}_{ijt} \\
& \quad \quad \quad (-) \quad \quad \quad (+) \quad \quad \quad (-) \\
& + \alpha_4 \text{DLitoral} + \alpha_5 \ln \text{BTsoja}_{ijt} + \alpha_6 \text{DBNTsoja}_{jit} \\
& \quad \quad \quad (-) \quad \quad \quad (-) \quad \quad \quad (-) \\
& + \alpha_7 \ln \text{IRAM}_{jt} + \varepsilon_{ijt} \quad \quad \quad (31) \\
& \quad \quad \quad (-)
\end{aligned}$$

E o Modelo 3 considera o índice composto pelos indicadores específicos para a agricultura, PACOV; AGSUB; POPs; FORGROINV; FORCOINV e CO2GDP, denominado Índice de Regulação Ambiental da Agricultura (IRAA) para as exportações de café, milho e soja, conforme apresentam as equações de (32) a (34).

$$\begin{aligned}
\ln \text{ExpCafe}_{ijt} \\
= & \alpha_0 + \alpha_1 \ln \text{RendInt}_{it} + \alpha_2 \ln \text{RendExt}_{jt} + \alpha_3 \ln \text{Dist}_{ijt} \\
& \quad \quad \quad (-) \quad \quad \quad (+) \quad \quad \quad (-) \\
& + \alpha_4 \text{DLitoral} + \alpha_5 \ln \text{BTcafe}_{ijt} + \alpha_6 \text{DBNTcafe}_{jit} \\
& \quad \quad \quad (-) \quad \quad \quad (-) \quad \quad \quad (-) \\
& + \alpha_7 \ln \text{IRAA}_{jt} + \varepsilon_{ijt} \quad \quad \quad (32) \\
& \quad \quad \quad (-)
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\ln \text{ExpMilho}_{ijt} \\
= & \alpha_0 + \alpha_1 \ln \text{RendInt}_{it} + \alpha_2 \ln \text{RendExt}_{jt} + \alpha_3 \ln \text{Dist}_{ijt} \\
& \quad \quad \quad (-) \quad \quad \quad (+) \quad \quad \quad (-) \\
& + \alpha_4 \text{DLitoral} + \alpha_5 \ln \text{BTmilho}_{ijt} + \alpha_6 \text{DBNTmilho}_{jit} \\
& \quad \quad \quad (-) \quad \quad \quad (-) \quad \quad \quad (-) \\
& + \alpha_7 \ln \text{IRAA}_{jt} + \varepsilon_{ijt} \quad \quad \quad (33) \\
& \quad \quad \quad (-)
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\ln \text{ExpSoja}_{ijt} = & \alpha_0 + \alpha_1 \ln \text{RendInt}_{it} + \alpha_2 \ln \text{RendExt}_{jt} + \alpha_3 \ln \text{Dist}_{ijt} \\
& \quad \quad \quad (-) \quad \quad \quad (+) \quad \quad \quad (-) \\
& + \alpha_4 \text{DLitoral} + \alpha_5 \ln \text{BTsoja}_{ijt} + \alpha_6 \text{DBNTsoja}_{jit} \\
& \quad \quad \quad (-) \quad \quad \quad (-) \quad \quad \quad (-) \\
& + \alpha_7 \ln \text{IRAA}_{jt} + \varepsilon_{ijt} \quad \quad \quad (34) \\
& \quad \quad \quad (-)
\end{aligned}$$

O modelo gravitacional possui algumas alternativas para contornar o problema de variáveis com pouca ou nenhuma variação ao longo do tempo, bem como, para o viés de variáveis omitidas. Uma delas se relaciona a especificação de efeitos fixos. De acordo com Baldwin e Taglioli (2006), os efeitos fixos podem ser por pares de países (variável dummy que assume valor 1 para um dado par de países e 0 caso contrário) ou por países (variável dummy que assume valor um para determinado país e 0 caso contrário).

A escolha do tipo de efeitos fixos adequados ao estudo é dependente dos objetivos. Para estudos que objetivam a estimação do efeito causado por uma variável bilateral sobre a variável dependente, o correto seria a utilização de efeitos fixos por país. Já para estudos que objetivam a estimação do efeito de características individuais dos países sobre o comércio, o correto seria a utilização de dummies por pares de países.

Cheng e Wall (1999) destacaram ainda uma outra possibilidade para tratar esta questão, que seria a estimação realizada por efeitos fixos, considerando-se dummies por pares de países, e mesmo assim, estimar o efeito das variáveis constantes. Para isso, os autores destacaram que o procedimento seria estimar o modelo gravitacional com dummies por pares, suprimindo as variáveis bilaterais. Em seguida, regressar os efeitos fixos obtidos contra todas as variáveis bilaterais. Em razão das características abordadas, para este estudo serão utilizadas dummies por pares de países.

As observações constituem um painel com 33 países e com os anos variando de 2000 a 2011, o que permite analisar as variáveis ao longo do tempo e entre as diferentes unidades (países). Baltagi (2008) afirma que dentre as vantagens da estimação por dados em painel encontra-se o uso de maior número de observações, menor colinearidade entre as variáveis, maior número de graus de liberdade e maior eficiência do modelo estimado. A estimação de dados em painel, em geral, é feita por dois modelos: efeitos fixos e efeitos aleatórios. O primeiro permite verificar o comportamento individual das *cross-section*, enquanto o segundo é utilizado quando o objetivo é estudar toda a população. No entanto, neste estudo, algumas observações para a variável

dependente de alguns países e anos assumiu o valor zero, ou seja, a variável dependente é censurada em parte da amostra, de forma que a estimação por Mínimos Quadrados Ordinários - MQO, produz estimativas tendenciosas e inconsistentes (PINDYCK, RUBINFELD, 2004). Assim, as equações dos três modelos (equações de (26) a (34)) serão estimadas por Tobit.

3.3. Método de estimação da equação empírica

3.3.1. O Modelo Tobit

Wooldridge (2008) afirmam que os modelos Tobit são modelos de regressão nos quais a variável dependente é censurada, ou seja, assume valores acima ou abaixo de determinado limite e concentra uma parte dos valores nesse limite. Dado o seguinte modelo de regressão:

$$Y_i^* = X_i\beta + \varepsilon_i \quad (47)$$

em que, $\varepsilon_i \sim N(0, \sigma^2)$ e Y_i^* é uma variável latente cujo valor observado é dado por:

$$Y_i = \begin{cases} Y_i^* & \text{se } Y_i^* > 0 \\ 0 & \text{se } Y_i^* \leq 0 \end{cases} \quad (48)$$

ou seja, apesar de existirem valores para as variáveis explicativas X_i para toda a amostra, não são observados valores para a variável dependente se $Y_i^* \leq 0$, que é o caso de censura à esquerda cujo limite inferior é zero. A média condicional é dada por:

$$\begin{aligned} E(Y_i|X_i, Y_i > 0) &= X_i\beta + E(\varepsilon_i|\varepsilon_i > -X_i\beta) \\ E(Y_i|X_i, Y_i > 0) &= X_i\beta + \sigma \frac{\phi(X_i\beta/\sigma)}{\Phi(X_i\beta/\sigma)} \end{aligned} \quad (49)$$

Observa-se que esta média é diferente de $E(Y_i|X_i) = X_i\beta$, em razão da censura à esquerda ocorrida em Y, de forma que as estimativas obtidas por MQO são viesadas e inconsistentes.

De acordo com Wooldridge (2008) a estimação correta dos parâmetros é feita por máxima verossimilhança, de forma que a função de máxima verossimilhança é composta por duas partes. A primeira parte é referente às observações censuradas, ou seja, quando $Y_i^* = 0$.

$$\begin{aligned}
 P(Y_i = 0) &= P(Y_i^* \leq 0) \\
 P(Y_i = 0) &= P(\varepsilon_i \leq -X_i\beta) \\
 P(Y_i = 0) &= P\left(\frac{\varepsilon_i}{\sigma} \leq \frac{-X_i\beta}{\sigma}\right) \\
 P(Y_i = 0) &= \Phi\left(\frac{-X_i\beta}{\sigma}\right) \\
 P(Y_i = 0) &= 1 - \Phi\left(\frac{X_i\beta}{\sigma}\right) \tag{50}
 \end{aligned}$$

E a segunda parte é um modelo linear referente às observações não censuradas.

$$\begin{aligned}
 &\lim_{\mu \rightarrow 0} Pr(y_i < Y_i \leq y_i + \mu | y_i > 0, \mu > 0) \\
 &= \lim_{\mu \rightarrow 0} \left(\Phi\left(\frac{y_i - X'_i\beta - \mu}{\sigma}\right) - \Phi\left(\frac{y_i - X'_i\beta}{\sigma}\right) \right) \\
 &f(\varepsilon_i) = \frac{1}{\sigma} \phi\left(\frac{y_i - X'_i\beta}{\sigma}\right) \tag{51}
 \end{aligned}$$

Assim, a função de máxima verossimilhança é dada por:

$$L(\beta, \sigma^2) = \prod_{(Y_i|\tilde{Y}_i = 0)} \left[1 - \Phi\left(\frac{X_i\beta}{\sigma}\right) \right] \cdot \prod_{(Y_i|\tilde{Y}_i > 0)} \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} e^{-\frac{1}{2\sigma^2}(y_i - X_i\beta)^2}$$

e logaritmizando a equação, tem-se:

$$\begin{aligned} \text{Log}L(\beta, \sigma^2) = & \sum_{(Y_i|Y_i = 0)} \text{Log} \left[1 - \Phi \left(\frac{X_i\beta}{\sigma} \right) \right] \\ + & \sum_{(Y_i|Y_i > 0)} \text{Log} \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} e^{-\frac{1}{2\sigma^2}(y_i - X_i\beta)^2} \end{aligned}$$

De acordo com Greene (2008) as estimativas do modelo Tobit não fornecem resultados imediatos, haja vista que os coeficientes das variáveis explicativas medem os efeitos parciais destas sobre a variável latente. Para analisar os efeitos gerados por estas variáveis é preciso calcular o efeito marginal, dado pela seguinte equação:

$$\frac{\partial E(y/x)}{\partial x} = \beta_j \phi \left(\frac{\beta x}{\sigma} \right) \quad (52)$$

onde x são as variáveis explicativas, β são os coeficientes estimados das variáveis explicativas e σ é o desvio-padrão.

3.4. Construção do Índice de Regulação Ambiental de Macro Políticas e de Políticas Agrícolas

O Índice de Regulação Ambiental de Macro Políticas (IRAM) e o Índice de Regulação Ambiental da Agricultura (IRAA) foram estimados com base na metodologia desenvolvido por Lemos (2001) para estimação do Índice de Degradação. Tais índices visam identificar o nível de restritividade da regulação ambiental dos países com base nos índices de desempenho ambiental calculados no EPI. Para o cálculo do IRAM serão utilizados os seguintes indicadores: EH, EVAIR, EVWATER, EVBH, EVAG e EVCLIMATE. Enquanto para o cálculo do IRAA, os indicadores a serem

utilizados são: PACOV, AGSUB, POPs, FORGROINV, FORCOINV e CO2GDP.

A construção do índice é realizada em duas etapas. A primeira delas é a estimação do Índice Parcial de Regulação Ambiental de Macro Políticas (IPRAM) e do Índice Parcial de Regulação Ambiental da Agricultura (IPRAA) que é feita a partir da análise fatorial. E a partir do IPRAM e IPRAA obtêm-se os pesos relativos a cada variável que compõe o IRAM e IRAA, por meio do Método de Mínimos Quadrados Restrito (MQR).

Após a estimação do IRAM e IRAA a sequência é o cálculo do IRAM e IRAA para cada país da OCDE. As construções do IRAM e IRAA são baseadas nas equações 53 e 54.

$$IRAM_i = \left(\sum_{i=1}^n P_j X_i \right), \text{ com } \sum_{j=1}^p P_j = 1 \text{ e } j = 1, \dots, p, \quad (53)$$

$$IRAA_i = \left(\sum_{i=1}^n P_j X_i \right), \text{ com } \sum_{j=1}^p P_j = 1 \text{ e } j = 1, \dots, p, \quad (54)$$

em que P_j são os pesos dos fatores estimados por Mínimos Quadrados Restritos (MQR) e X são os indicadores de desempenho ambiental considerados na construção de cada um dos índices.

Assim, estimam-se os valores dos pesos (P) por meio das equações 55 e 56 pelo método de Mínimos Quadrados Restrito (MQR). É necessário, entretanto, que tais equações obedeçam à restrição: $\beta_1 + \beta_2 + \beta_3 + \beta_4 + \beta_5 + \beta_6 + \beta_7 = 1$.

$$IPRAM = \beta_1 + \beta_2 EH + \beta_3 EVAIR + \beta_4 EVWATER + \beta_5 EVBH + \beta_6 EVAG + \beta_7 EVCLIMATE + \varepsilon_i \quad (55)$$

$$IPRAA = \beta_1 + \beta_2 PACOV + \beta_3 AGSUB + \beta_4 POPs + \beta_5 FORGROINV + \beta_6 FORCOINV + \beta_7 CO2GDP + \varepsilon_i \quad (56)$$

A construção do IRAM e IRAA, de acordo com a metodologia de Lemos (2001), implica em uma informação *a priori* sobre os níveis desejados de restrição dos indicadores utilizados em sua formulação. Entretanto, essa informação é complexa e sujeita a subjetividade do pesquisador. Para sanar essa dificuldade hierarquizou-se os países em relação à média dos 15% dos países melhor posicionados em cada indicador, tomando-se esses países como referência para preservação.

Assim, definem-se os seguintes indicadores a serem utilizados na composição do IRAM e IRAA:

- EH_{it} : regulação ambiental para redução dos efeitos ambientais sobre a saúde humana praticada por cada i país da OCDE no tempo t ;
- EH_{ref} : média do EH dos 15% dos países melhor posicionados em relação ao indicador;
- $EVAIR_{it}$: índice de qualidade do ar para cada país i no tempo t ;
- $EVAIR_{ref}$: média do indicador para os 15% dos países melhor posicionados;
- $EVWATER_{it}$: índice de qualidade da água para cada um dos i países no tempo t ;
- $EVWATER_{ref}$: média do indicador para os países que representam os 15% melhor posicionados no indicador;
- $EVBH_{it}$: Índice de Biodiversidade e Habitat para cada país i no tempo t ;
- $EVBH_{ref}$: média dos 15% dos países melhor posicionados em relação ao indicador;
- $EVAG_{it}$: Índice de Agricultura para cada país i no tempo t ;
- $EVAG_{ref}$: média dos 15% dos países melhor posicionados em relação ao indicador;
- $EVCLIMATE_{it}$: Índice de Mudanças Climáticas para cada país i no tempo t ;
- $EVCLIMATE_{ref}$: média dos 15% dos países melhor posicionados em relação ao indicador;

- $PACOV_{it}$: Índice de Proteção dos Biomas para cada país i no tempo t ;
- $PACOV_{ref}$: média dos 15% dos países melhor posicionados em relação ao indicador;
- $AGSUB_{it}$: Índice de Subsídios Agrícolas para cada país i no tempo t ;
- $AGSUB_{ref}$: média dos 15% dos países melhor posicionados em relação ao indicador;
- $POPS_{it}$: Índice de Regulação de Pesticidas para cada país i no tempo t ;
- $POPS_{ref}$: média dos 15% dos países melhor posicionados em relação ao indicador;
- $FORGROINV_{it}$: Índice de Crescimento da Área de Florestas para cada país i no tempo t ;
- $FORGROINV_{sref}$: média dos 15% dos países melhor posicionados em relação ao indicador;
- $FORCOINV_{it}$: Índice de Cobertura Vegetal para cada país i no tempo t ;
- $FORCOINV_{sref}$: média dos 15% dos países melhor posicionados em relação ao indicador;
- $CO2GDP_{it}$: Índice de Emissões de CO2 por PIB para cada país i no tempo t ;
- $CO2GDP_{ref}$: média dos 15% dos países melhor posicionados em relação ao indicador.

A partir da definição desses indicadores determinam-se quais comporão o IPRAM e IPRAA e o IRAM e IRAA, considerando as seguintes relações, de acordo com Lemos (2001):

- $EH(X_{i1}) = 0$ quando $EH_{it} \geq EH_{ref}$;
- $EH(X_{i1}) = [1 - (EH_{it} / EH_{ref})] * 100$, nos demais casos;
- $EVAIR(X_{i1}) = 0$ quando $EVAIR_{it} \geq EVAIR_{ref}$;
- $EVAIR(X_{i1}) = [1 - (EVAIR_{it} / EVAIR_{ref})] * 100$, nos demais casos;
- $EVWATER(X_{i1}) = 0$ quando $EVWATER_{it} \geq EVWATER_{ref}$;
- $EVWATER(X_{i1}) = [1 - (EVWATER_{it} / EVWATER_{ref})] * 100$, nos demais casos;

- $EVBH (X_{i1}) = 0$ quando $EVBH_{it} \geq EVBH_{ref}$;
- $EVBH (X_{i1}) = [1 - (EVBH_{it} / EVBH_{ref})] * 100$, nos demais casos;
- $EVAG (X_{i1}) = 0$ quando $EVAG_{it} \geq EVAG_{ref}$;
- $EVAG (X_{i1}) = [1 - (EVAG_{it} / EVAG_{ref})] * 100$, nos demais casos;
- $EVCLIMATE (X_{i1}) = 0$ quando $EVCLIMATE_{it} \geq EVCLIMATE_{ref}$;
- $EVCLIMATE (X_{i1}) = [1 - (EVCLIMATE_{it} / EVCLIMATE_{ref})] * 100$, nos demais casos;
- $PACOV (X_{i1}) = 0$ quando $PACOV_{it} \geq PACOV_{ref}$;
- $PACOV (X_{i1}) = [1 - (PACOV_{it} / PACOV_{ref})] * 100$, nos demais casos;
- $AGSUB (X_{i1}) = 0$ quando $AGSUB_{it} \geq AGSUB_{ref}$;
- $AGSUB (X_{i1}) = [1 - (AGSUB_{it} / AGSUB_{ref})] * 100$, nos demais casos;
- $POPs (X_{i1}) = 0$ quando $POPs_{it} \geq POPs_{ref}$;
- $POPs (X_{i1}) = [1 - (POPs_{it} / POPs_{ref})] * 100$, nos demais casos;
- $FORGROINV (X_{i1}) = 0$ quando $FORGROINV_{it} \geq FORGROINV_{ref}$;
- $FORGROINV (X_{i1}) = [1 - (FORGROINV_{it} / FORGROINV_{ref})] * 100$, nos demais casos;
- $FORCOINV (X_{i1}) = 0$ quando $FORCOINV_{it} \geq FORCOINV_{ref}$;
- $FORCOINV (X_{i1}) = [1 - (FORCOINV_{it} / FORCOINV_{ref})] * 100$, nos demais casos;
- $CO2GDP (X_{i1}) = 0$ quando $CO2GDP_{it} \geq CO2GDP_{ref}$;
- $CO2GDP (X_{i1}) = [1 - (CO2GDP_{it} / CO2GDP_{ref})] * 100$, nos demais casos;

Após o cálculo do IRAM e IRAA será feita a análise de *Clusters* que tem por princípio básico estratificar a amostra em grupos, para que haja heterogeneidade entre grupos distintos e homogeneidade dentro de um mesmo grupo de acordo com características comuns entre os elementos. Essa análise é feita comumente por meio dos escores fatoriais obtidos na análise fatorial, sendo esses utilizados no presente estudo. O presente estudo realiza a análise de Cluster pelo método de Ward onde é definido o número de grupos a serem considerados pelos critérios de parada de Calinski-Harabasz (1974) e Duda-Hart (2001).

3.5. Fonte de dados

Para a realização deste estudo serão utilizados as variáveis, cuja definição, descrição e fonte de dados estão descritas na Tabela 7.

Tabela 7 - Definição, descrição e fonte de dados das variáveis utilizadas no estudo.

Variável	Descrição	Fonte de dados
$LnCafé_{ijt}$	Logaritmo do valor das Exportações brasileiras de café em grão para os países da OCDE, no ano t.	<i>Aliceweb - Base de dados do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior - MIDIC (2013).</i>
$LnMilho_{ijt}$	Logaritmo do valor das Exportações brasileiras de milho para os países da OCDE, no ano t.	<i>Aliceweb - Base de dados do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior - MIDIC (2013).</i>
$LnSoja_{ijt}$	Logaritmo do valor das Exportações brasileiras de soja para os países da OCDE, no ano t.	<i>Aliceweb - Base de dados do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior - MIDIC (2013).</i>
$LnDist_{ij}$	Logaritmo da distância, em Km, entre o Brasil e cada um dos principais centros de cada país da OCDE (j).	<i>Centre d'Etudes Prospectives et d'Informations Internationales - CEPII (2013)</i>
$LnRendInti_{it}$	Logaritmo do Produto interno bruto do Brasil, em bilhões de dólares, no ano t, ajustados pelo sistema de Paridade do Poder de Compra.	<i>Banco Estatístico da OCDE (2013)</i>
$LnRendExt_{jt}$	Produto interno bruto dos países da OCDE, em bilhões de dólares, no ano t, ajustados pelo sistema de Paridade do Poder de	<i>World Development Indicators - World Bank (2013)</i>

	Compra ¹ .	
<i>DLitoral_j</i>	Variável <i>dummy</i> , que assume valor 1 para os países que não possuem faixas litorâneas.	<i>Centre d'Estudes Prospectives et d'Informations Internacionales</i> – CEPII (2013)
<i>LnBTcafé_{ijt}</i>	Logaritmo da média das barreiras tarifárias impostas pela OCDE para o café brasileiro, no período t.	<i>Market Access Map</i> (2013)
<i>LnBTmilho_{ijt}</i>	Logaritmo da média das barreiras tarifárias impostas pela OCDE para o milho brasileiro, no período t.	<i>Market Access Map</i> (2013)
<i>LnBTsoja_{ijt}</i>	Logaritmo da média das barreiras tarifárias impostas pela OCDE para a soja brasileira, no período t.	<i>Market Access Map</i> (2013)
<i>DBNTcafé_{ijt}</i>	Variável <i>dummy</i> , que assume valor 1 se os países da OCDE realizaram notificações TBT e/ou SPS ao café no mercado internacional, no ano t.	<i>World Trade Organization</i> - WTO (2013)
<i>DBNTmilho_{ijt}</i>	Variável <i>dummy</i> , que assume valor 1 se os países da OCDE realizaram notificações TBT e/ou SPS ao milho no mercado internacional, no ano t.	<i>World Trade Organization</i> - WTO (2013)
<i>DBNTsoja_{ijt}</i>	Variável <i>dummy</i> , que assume valor 1 se os países da OCDE realizaram notificações TBT e/ou SPS à soja no mercado internacional, no ano t.	<i>World Trade Organization</i> - WTO (2013)
<i>LnEPI_{jit}</i>	Logaritmo do Índice de Performance Ambiental Geral; <i>proxy</i> para a regulação ambiental praticada pelos países da OCDE, no período t.	Esty et al, 2008
<i>EH_{jit}</i>	Índice de Saúde Ambiental; <i>proxy</i> para a regulação ambiental para redução dos efeitos ambientais sobre a saúde humana praticada pelos países da	Esty et al, 2008

	OCDE, no período t.	
<i>EVAIR_{jit}</i>	Índice de Qualidade do Ar; <i>proxy</i> para a regulação ambiental para redução da poluição atmosférica praticada pelos países da OCDE, no período t.	Esty et al, 2008
<i>EVWATER_{jit}</i>	Índice de Qualidade da Água; <i>proxy</i> para a regulação ambiental para redução da poluição da água praticada pelos países da OCDE, no período t.	Esty et al, 2008
<i>EVBH_{jit}</i>	Índice de Biodiversidade e Habitat; <i>proxy</i> para a regulação ambiental para manutenção da biodiversidade e do habitat praticada pelos países da OCDE, no período t.	Esty et al, 2008
<i>EVAG_{jit}</i>	Índice de Agricultura; <i>proxy</i> para a regulação ambiental para promoção de práticas sustentáveis na agricultura, praticada pelos países da OCDE, no período t.	Esty et al, 2008
<i>EVCLIMATE_{jit}</i>	Índice de Mudanças Climáticas; <i>proxy</i> para a regulação ambiental para redução das causas de mudanças climáticas, praticada pelos países da OCDE, no período t.	Esty et al, 2008
<i>PACOV_{jit}</i>	Índice de Proteção dos Biomas, praticada pelos países da OCDE, no período t.	Esty et al, 2008
<i>AGSUB_{jit}</i>	Índice de Subsídios Agrícolas; <i>proxy</i> para a regulação ambiental para o destino dos subsídios agrícolas, praticada pelos países da OCDE, no período t.	Esty et al, 2008
<i>POPS_{jit}</i>	Índice de Regulação de Pesticidas, praticada pelos países da OCDE, no período t.	Esty et al, 2008
<i>FORGROINV_{jit}</i>	Índice de Crescimento da Área de Florestas; <i>proxy</i> para a regulação ambiental para	Esty et al, 2008

	controle do uso dos recursos florestais, praticada pelos países da OCDE, no período t.	
$FORCOVINV_{jit}$	Índice de Cobertura Vegetal; <i>proxy</i> para a regulação ambiental para controle do desmatamento e conversão de florestas em áreas agricultáveis, praticada pelos países da OCDE, no período t.	Esty et al, 2008
$CO2GDP_{jit}$	Índice de Emissões de CO2 por PIB; <i>proxy</i> para a regulação ambiental para controle das emissões de CO2, praticada pelos países da OCDE, no período t.	Esty et al, 2008

Fonte: Elaboração própria.

Nota: ¹ A Paridade do Poder de Compra (PPC) é um método alternativo à taxa de câmbio para se calcular o poder de compra de dois países. A PPC mede quanto é que uma determinada moeda pode comprar em termos internacionais, considerando as diferenças de rendimentos e de custo de vida entre os países (inflação) (PIANI; KUME, 2000).

4. RESULTADOS

Esta seção trata de apresentar os resultados da pesquisa. Inicialmente, com o intuito de caracterizar os países da OCDE, amostra considerada neste estudo, serão apresentadas algumas estatísticas descritivas das variáveis utilizadas. Logo após, será apresentada a análise dos dados referentes à regulação ambiental, com o objetivo de caracterizar os países no que tange à restritividade de suas leis ambientais e compará-los com o Brasil. Por fim, serão apresentados os resultados da estimação do modelo gravitacional, objetivando analisar os efeitos causados pela regulação ambiental sobre os fluxos comerciais entre o Brasil e a OCDE, à luz da hipótese de *Pollution Haven*.

4.1. Análise preliminar dos dados

A Tabela 8 mostra a estatística descritiva das variáveis utilizadas neste estudo. Observa-se que o comércio de grãos entre o Brasil e a OCDE é

bastante heterogêneo, haja vista que a média do valor dos fluxos comerciais totais de grãos com destino à OCDE é igual a US\$ 221 milhões com um desvio padrão de US\$ 340 milhões. Neste tocante, no período analisado, países como a Eslováquia, Hungria e Luxemburgo não importaram nenhuma quantidade de grãos em alguns anos, (respectivamente, 2007-2010; 2008-2010; e 2000-2003, 2006, 2008, 2010) enquanto a Holanda chegou a importar cerca de US\$ 1.670 milhões no ano de 2005, evidenciando a heterogeneidade de comércio entre o Brasil e a OCDE. Salienta-se que, embora as exportações com destino à Holanda sejam expressivas, grande parte destas mercadorias é destinada a outros países. A Holanda possui um dos portos mais movimentados do mundo (o porto de Rotterdam), caracterizando o país como um porto de transbordo de mercadorias para outros países, inclusive os países da OCDE.

No que tange os valores das exportações brasileiras por produtos, salienta-se que os grãos de maior destaque na pauta de exportações foram café e soja, que apresentaram médias iguais a US\$ 94,40 e US\$ 120 milhões, e cujos valores máximos chegaram a US\$ 1.140 milhões e US\$ 1.590 milhões, respectivamente.

Os desvios-padrão obtidos para os diferentes grãos mostram que o padrão de comércio entre o Brasil e os países da OCDE, além de variarem em valor total, também apresentam diferenças no que concerne ao tipo de produto comercializado, conforme foi detalhado na seção 1.1.

Destaca-se ainda que os países considerados na amostra apresentaram uma média para a renda igual a US\$ 1.487 bilhões com um desvio padrão de US\$ 3.066,61 bilhões. Esta variável é de grande importância, pois demonstra a capacidade de compra dos países parceiros comerciais do Brasil, de forma que quanto maior a renda destes países maior o seu poder de compra e, conseqüentemente, maior tende a ser o valor das exportações brasileiras para os mesmos. Além disso, pelo desvio padrão, observa-se que há uma grande diferença entre os países da amostra, o que pode influenciar no padrão de comércio.

Tabela 8 - Média, desvio padrão, valor mínimo e máximo das variáveis consideradas no estudo

Variáveis	Obs.	Média	D.Pad.	Mín.	Máx.
Total Grãos(milhões US\$)	363	221,00	340,00	0,00	1670,00
Algodão(milhões US\$)	363	0,30	1,22	0,00	11,50
Arroz(milhões US\$)	363	0,38	1,54	0,00	14,40
Café(milhões US\$)	363	94,40	175,00	0,00	1140,00
Milho(milhões US\$)	363	5,48	24,00	0,00	227,00
Soja(milhões US\$)	363	120,00	253,00	0,00	1590,00
Trigo(milhões US\$)	363	0,46	3,13	0,00	42,40
R. Externa (bilhões US\$)	363	1487,80	3066,61	11,34	22500,00
R. Interna (bilhões US\$)	363	2239,79	244,63	2010,73	2785,89
Distância	363	10186,16	2691,05	2590,78	18549,61
Dlitoral	363	0,18	0,39	0,00	1,00
BTtotal (%)	363	0,18	0,23	0,03	1,03
BTalgodão (%)	363	0,19	0,33	0,03	1,00
BTarroz (%)	363	0,40	0,80	0,02	4,89
BTcafé (%)	363	0,29	0,41	0,03	1,00
BTmilho (%)	363	0,16	0,19	0,02	1,00
BTsoja (%)	363	0,18	0,32	0,03	1,00
BTtrigo (%)	363	0,29	0,24	0,02	1,42
DBNTtotal	363	0,30	0,46	0,00	1,00
DBNTAlgodão	363	0,11	0,31	0,00	1,00
DBNTArroz	363	0,13	0,34	0,00	1,00
DBNTCafé	363	0,20	0,40	0,00	1,00
DBNTMilho	363	0,14	0,35	0,00	1,00
DBNTSoja	363	0,11	0,32	0,00	1,00
DBNTTrigo	363	0,14	0,35	0,00	1,00
EPI	363	61,13	6,93	40,47	77,99
IRAM	363	0,64	1,63	-3,17	5,05
IRAA	363	-1,89	1,06	-11,67	-0,64

Fonte: Dados da pesquisa.

Quanto à renda interna, aqui expressa em Produto Interno Bruto pela paridade do poder de compra, nota-se que houve uma tendência de crescimento desta ao longo dos anos considerados, sendo o menor valor em 2000, cerca de US\$ 2.020,73 bilhões e o maior valor em 2010, aproximadamente, US\$ 2.785,89 bilhões, ou seja, uma taxa de crescimento igual a 5,34% de 2000 a 2010.

Outro fator de grande importância diz respeito às medidas de proteção comercial, representadas pelas variáveis de barreiras tarifárias (BTs) e barreiras não tarifárias (BNTs). Observa-se que a média das barreiras tarifárias considerando todos os grãos comercializados no período corresponde a 18% com um desvio padrão de 23%. Esta média varia conforme os produtos considerados. O grão que apresentou a maior média para as barreiras tarifárias, equivalente a 40% com um desvio padrão de 80%, foi o arroz. Este foi seguido pelo café e trigo, ambos com tarifa média de 29%, e respectivos desvios padrão iguais a 41% e 24%. Os grãos que apresentaram menor tarifa média foram: algodão, cujo valor foi igual a 19% com desvio padrão de 33%; soja com média igual a 18% e desvio padrão de 32%; e milho com tarifa média de 16% e desvio padrão de 19%. Salienta-se que a discrepância entre os valores mínimos e máximos de todas as barreiras tarifárias, indica que há uma grande variabilidade no que tange à tarifação, sendo que alguns produtos estão sujeitos à maior ou menor proteção. Ademais, nota-se que esta é uma medida limitadora de comércio utilizada por muitos países.

Quanto às barreiras não tarifárias, por se tratar de uma variável *dummy* que assume valor 1 se pelo menos uma notificação TBT (*Technical Barriers to Trade*) ou SPS (*Agreement on Sanitary and Phytosanitary Measures*) foi registrada no mercado internacional para os produtos pertencentes ao grupo considerado e 0 em caso contrário, tem-se que em média cerca de 30% do conjunto total de grãos recebeu pelo menos uma notificação. Analisando individualmente os grãos, observa-se que café, milho e trigo foram os que receberam maior número de notificações no período, média de 20%, 14% e 14%, respectivamente. Para os demais grãos, arroz, algodão e soja, aproximadamente 13%, 11% e 11% deles, em média, receberam pelo menos uma notificação, respectivamente.

Para a variável representativa da ausência de litoral nos países, que corresponde a um grande facilitador de comércio, em média, 18% deles não possuem litoral.

Quanto aos indicadores de desempenho ambiental, o *EPI* foi explicado mais detalhadamente da seção 2.4 e a formação e explicação pra os indicadores *IRAM* e *IRAA* será dada na seção 4.2.

4.2. Estimação e análise do IPRAM, IRAM, IPRAA e IRAA pra os países da OCDE e Brasil.

Esta seção trata de apresentar os resultados da Análise Fatorial (AF), bem como a formação dos índices parciais de regulação ambiental de macro políticas e políticas agrícolas e o índice de regulação ambiental de macro políticas e políticas agrícolas, e a análise de Cluster para as variáveis de regulação ambiental, com o intuito de hierarquizar o Brasil e os países da OCDE quanto à restritividade da regulação ambiental.

Para compor o Índice Parcial de Regulação Ambiental de Macro Políticas (IPRAM) e, conseqüentemente, o Índice de Regulação Ambiental de Macro Políticas (IRAA), inicialmente foi feita a análise fatorial para as variáveis que correspondem às políticas ambientais macroeconômicas, a saber, EH, EVAIR, EVWATER, EVBH, EVAG e EVCLIMATE. Com o intuito de verificar a adequabilidade das variáveis à AF foi realizado o teste de esfericidade de *Bartlett*, que visa verificar se a matriz de correlações é estatisticamente igual a uma matriz identidade. Os resultados do teste mostraram que a hipótese nula foi rejeitada ao nível de 1%, ou seja, a matriz de correlações das variáveis não é uma matriz identidade, atendendo ao pressuposto de ortogonalidade, e indicando que os dados são adequados à análise fatorial.

O segundo teste realizado para verificar a adequabilidade dos dados foi o de *Keyser-Meyer-Olkin* (KMO) que tem por objetivo verificar o grau de intercorrelações entre as variáveis. O teste KMO deve ser analisado com base em faixas de validade, sendo um valor acima de 0,8 considerado excelente e um valor abaixo de 0,5 considerado péssimo. A estatística encontrada para o

teste foi 0,5258, de forma que pelas faixas de validade os dados são considerados adequados à AF. Após a realização dos testes preliminares que caracterizaram a amostra como adequada à estimação por AF, seguiu-se a estimação dos fatores, conforme apresentado pela Tabela 9.

Tabela 9 - Fatores obtidos por Análise Fatorial por Componentes Principais - Variáveis Macro Políticas

Fator	Raiz Característica	Variância Explicada pelo Fator (%)	Variância Acumulada (%)
Fator 1	1,75	0,29	0,29
Fator 2	1,64	0,27	0,56

Fonte: Resultados da pesquisa.

Constatou-se a existência de dois fatores com raiz característica acima de 1, e estes explicam cerca de 56% da variância total dos indicadores utilizados na análise, comprovando que a utilização dos dois fatores é suficiente. Após verificar a adequabilidade dos fatores à análise, realizou-se a rotação ortogonal pelo método *Varimax*, com o objetivo de avaliar a relação entre as variáveis e os fatores obtidos. Os resultados são apresentados na Tabela 10.

Tabela 10 - Cargas Fatoriais após Rotação *Varimax* e coeficientes utilizados para estimar os escores - Variáveis Macro Políticas

Variáveis	Cargas Fatoriais Após a Rotação <i>Varimax</i>		Coeficientes Utilizados para Estimar os escores	
	Fator 1	Fator 2	Fator 1	Fator 2
EH	0,7047	0,3452	0,40174	0,2048
EVAIR	0,2192	0,7377	0,1202	0,44739
EVWATER	-0,0571	0,8179	-0,03893	0,49832
EVBH	0,6383	0,1297	0,36522	0,07413
EVAG	-0,6199	0,14	-0,35676	0,0899
EVCLIMATE	-0,6352	0,5237	-0,36843	0,32361

Fonte: Resultados da pesquisa.

Realizada a rotação pelo método *Varimax*, considerou-se os valores das cargas fatoriais acima de 0,6 para identificação da relação entre as variáveis e os fatores. Observa-se que o Fator 1 está fortemente relacionado às variáveis EH (saúde ambiental), EVBH (biodiversidade), EVAG (agricultura sustentável) e EVCLIMATE (mudanças climáticas), enquanto o Fator 2 está relacionado às variáveis EVAIR (qualidade do ar) e EVWATER (qualidade da água).

Depois de estimados os escores para todos os países da OCDE e o Brasil nos anos de 2000 a 2010 e padronizados os fatores, estimou-se o IPRAM. A Tabela 11 apresenta os resultados dos pesos relativos de cada indicador no IPRAM e sua significância estatística.

Tabela 11 - Pesos relativos, estatística t e significância e elasticidade dos indicadores na construção do IPRAM.

Indicador	Peso	Elasticidade	Estatística t e significância
EH	1,082	0,1947	56,52***
EVAIR	-0,098	-0,0900	-4,33***
EVWATER	-0,179	-0,1857	-8,38***
EBBH	-0,054	-0,0400	-2,21**
EVAG	0,108	0,0838	4,07***
EVCLIMATE	0,142	0,1420	5,41***

Fonte: Resultados da pesquisa.

Nota: *** 1% de significância; ** 5% de significância; * 10% de significância.

Analisando-se as elasticidades de cada indicador, os que exerceram maior influência sobre o valor do IPRAM e, conseqüentemente, do IRAM, foram o EH, EVCLIMATE e EVAG. Este resultado indica que as macro políticas de regulação ambiental, no período de 2000 a 2010, se concentraram principalmente nos aspectos relacionados à saúde ambiental, aos meios de reduzir os efeitos sobre as mudanças climáticas e às práticas agrícolas sustentáveis.

Com base nos resultados obtidos para o IPRAM foram alcançados os valores para o IRAM. A Tabela 12 apresenta os resultados das médias dos

indicadores, IPRAM e IRAM nos anos de 2000 a 2010 para os países da OCDE e o Brasil. Salienta-se que valores maiores tanto para o IPRAM quanto para o IRAM representam uma regulação ambiental menos restritiva. Observa-se que o Brasil possui a maior média para o IRAM no período de 2000 a 2010. Este resultado indica que comparativamente aos países da OCDE, no período analisado o Brasil possui a regulação ambiental menos restritiva, corroborando a idéia de que os países da OCDE possuem uma regulação ambiental mais rígida do que o Brasil, tornando possível a análise da hipótese de *Pollution Haven*. Os indicadores responsáveis por esta posição do Brasil no período de 2000 a 2010 foram EH e EVAIR, que tratam, respectivamente da regulação da saúde ambiental e qualidade do ar. Destaca-se ainda que os países que apresentaram os menores IRAM e, portanto, maiores restrições na regulação ambiental, foram Portugal, Islândia, Israel, Itália e Grécia. A média para o índice foi 4,37, sendo que cerca de 35% dos países da amostra apresentaram escores acima deste valor.

Tabela 12 - Índice de Regulação Ambiental de Macro Políticas por países da OCDE e Brasil, média dos anos 2000 a 2010.

País	EH	EVAIR	EVWATER	EVBH	EVAG	EVCLIMATE	IPRAM	IRAM
Brasil	41,74	34,29	19,01	27,23	4,51	0	0,99	37,41
México	39,57	55,05	76,44	38,97	30,69	31,37	1,14	29,35
Turquia	35,78	56,93	82	79,59	30,77	24,88	1,25	20,96
Suíça	7,22	0	8,39	1,48	46,99	4,54	0,41	11,92
Eslovênia	10,21	51,71	15,81	30,08	35,15	44,27	0,67	11,58
Coréia do Sul	12,3	28,46	58,91	35,91	46	60,46	0,76	11,53
Luxemburgo	0,59	10,39	36,47	0	82,06	66,14	0,45	11,28
Polônia	10,66	64,6	40,85	0,12	18,81	61	0,76	8,54
Rep. Tcheca	7,37	48,7	40,57	14,96	22,86	69,47	0,72	7,42
Eslováquia	9,75	46,34	42,55	15,36	26,22	47,11	0,7	7,04
Irlanda	3,22	37,71	6,48	66,63	29,33	53,41	0,67	5,76
Japão	2,87	13,51	37,27	34,06	47,34	51,36	0,53	5,63
Finlândia	0	32,25	0	47,35	23,37	51,79	0,56	4,15
Alemanha	1,65	14,62	42,71	0	31,23	53,86	0,47	3,69
Noruega	0,77	4,05	1,88	37,95	47,74	3,1	0,49	3,64
Holanda	2,84	1,74	58,95	15,58	36,17	56,15	0,53	3,34
Reino Unido	2,08	29,6	35,96	7,76	35,12	49,27	0,52	3,24
Áustria	1,26	0,56	18,46	41,37	27,36	27,41	0,52	2,6
Austrália	2,04	85,03	40,07	16	49,83	79,3	0,85	2,43
Bélgica	3,18	22,68	51,09	26,86	34,28	55,59	0,62	2,17
Dinamarca	1,5	3,8	46,36	40,01	23,55	46,27	0,57	-0,13
Suécia	0	4,81	7,07	48,48	22,53	11,36	0,59	-0,32
Chile	16,76	82,66	69,35	42,42	5,82	22,1	1,07	-0,94
N Zelândia	5,17	41,58	27,21	42,24	0	30	0,74	-1,39

Est. Unidos	5,79	56,84	77,27	27,52	19,82	75,19	0,92	-1,87
Canadá	1,07	68,89	24,82	48,83	22,58	57,79	0,77	-2,06
Hungria	6,48	50,75	50,3	69,73	24,39	42,35	0,88	-2,11
França	2,49	20,96	44,67	24,01	21,21	28,04	0,59	-2,41
Espanha	4,8	52,61	89,66	25,03	71,45	41,42	0,85	-3,84
Portugal	9,11	47,23	78,91	51,64	22	33,2	0,92	-4,64
Islândia	0,09	84,12	0	31,05	46,19	0,17	0,64	-4,82
Israel	4,08	75,41	91,67	38,44	66,18	56,18	1,02	-6,41
Itália	0,67	19,59	75,96	7,27	20,53	41,51	0,62	-7,13
Grécia	4,15	65,82	85,75	25,94	37,44	53,32	0,92	-7,16
Máximo	41,74	85,03	91,67	79,59	82,06	79,30	1,25	37,41
Média	7,57	38,63	43,61	31,17	32,63	42,04	0,73	4,37
Mínimo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,41	-7,16
D. Padrão	10,57	25,77	27,51	19,60	17,47	20,90	0,21	9,61

Fonte: Resultado da pesquisa.

Feita a análise para as categorias políticas macro, segue-se os resultados da análise fatorial e estimação dos índices IPRAA e IRAA, que tratam das categorias políticas específicas para a agricultura. Inicialmente foi feita a análise fatorial para as variáveis que correspondem às políticas específicas para a agricultura, a saber, PACOV, AGSUB, POPs, FORGROINV, FORCOINV e CO2GDP. O resultado do teste de esfericidade de Bartlett, que verifica a adequabilidade das variáveis à AF, mostrou que a hipótese nula foi rejeitada ao nível de 1%, e dessa forma, os dados são adequados à análise fatorial. O teste de KMO, por outro lado, indicou que os dados são considerados inadequados à AF. No entanto, Rencher (2002) destaca que a utilização única do teste de KMO para definir a adequabilidade dos dados pode levar a conclusões erradas sobre o uso da AF. Além disso, o teste de Bartlett apontou que a aplicação é apropriada.

Assim, após a realização dos testes preliminares, seguiu-se a estimação dos fatores, conforme apresentado pela Tabela 17.

Tabela 13 - Fatores obtidos por Análise Fatorial por Componentes Principais - Variáveis de Política Agrícola

Fator	Raiz Característica	Variância Explicada pelo Fator (%)	Variância Acumulada (%)
Fator 1	2,62	0,37	0,37
Fator 2	1,11	0,16	0,53
Fator 3	1,07	0,15	0,68

Fonte: Resultados da pesquisa.

Constatou-se a existência de três fatores com raiz característica acima de 1 que explicam aproximadamente 68% da variância total dos indicadores utilizados na análise, indicando que a utilização de três fatores na análise é suficiente. Comprovando-se que os fatores eram adequados à análise, realizou-se a rotação ortogonal pelo método *Varimax*, com o objetivo de avaliar a relação entre as variáveis e os fatores obtidos. Os resultados são apresentados na Tabela 14.

Tabela 14 - Cargas Fatoriais após Rotação Varimax e coeficientes utilizados para estimar os escores - Variáveis de Políticas Agrícolas

Variáveis	Cargas Fatoriais Após a Rotação <i>Varimax</i>			Coeficientes Utilizados para Estimar os escores		
	Fator 1	Fator 2	Fator 3	Fator 1	Fator 2	Fator 3
PACOV	0,05	-0,01	0,92	-0,02	-0,01	0,84
AGSUB	0,92	-0,01	0,03	0,72	0,11	-0,02
POPS	-0,42	-0,29	-0,34	-0,17	-0,29	-0,29
FORGROINV	-0,64	0,44	-0,10	-0,22	0,36	-0,07
FORCOINV	-0,38	0,68	0,20	-0,11	0,58	0,19
CO2GDP	-0,39	-0,61	0,29	-0,21	-0,59	0,29

Fonte: Resultados da pesquisa.

Para identificar a relação entre as variáveis e os fatores, foram consideradas as cargas fatoriais acima de 0,6. Nota-se que o Fator 1 está fortemente relacionado às variáveis AGSUB (subsídios agrícolas) e FORGROINV (crescimento da área de florestas). O Fator 2, por sua vez, está fortemente relacionado às variáveis FORCOINV (mudança da cobertura vegetal) e CO2GDP (emissões de CO2 por PIB), enquanto o Fator 3 está relacionado à variável PACOV (Proteção dos biomas).

Após a estimação dos escores para todos os países da OCDE e o Brasil nos anos de 2000 a 2010 e padronizados os fatores, estimou-se o IPRAA. A Tabela 15 apresenta os resultados dos pesos relativos de cada indicador no IPRAA, sua significância estatística e elasticidade.

Tabela 15 - Pesos relativos, estatística t e significância e elasticidade dos indicadores na construção do IPRAA.

Indicador	Peso	Elasticidade	Estatística t e significância
PACOV	0,006025	0,0011	17,25***
AGSUB	0,010197	0,0094	39,29***
POPS	-0,00135	-0,0014	-4,39***
FORGROINV	0,002539	0,0019	7,53***
FORCOINV	0,005038	0,0039	8,85***
CO2GDP	0,002866	0,0029	5,21***

Fonte: Resultados da pesquisa.

Nota: *** 1% de significância; ** 5% de significância; * 10% de significância.

Analisando-se as elasticidades de cada indicador, os que exerceram maior influência sobre o valor do IPRAA e IRAA, foram o AGSUB, PACOV e FORCOINV. Isto indica que, no período de 2000 a 2010, os subsídios agrícolas, as políticas de proteção dos biomas e o controle da mudança na cobertura vegetal foram os aspectos de maior importância na determinação da restritividade das políticas específicas para a agricultura.

Com base nos resultados obtidos para o IPRAA foram alcançados os valores para o IRAA. A Tabela 16 apresenta os resultados das médias dos indicadores, IPRAA e IRAA nos anos de 2000 a 2010 para os países da OCDE e o Brasil.

Observa-se que os países com os maiores valores para o índice IRAA, e portanto, os que apresentaram a regulação menos restritiva no período foram Coreia do Sul, Irlanda, Turquia, México e Noruega. Neste tocante, o Brasil ocupou o 13º lugar no ranking, indicando que apesar de não ocupar as primeiras posições, o país encontra-se com índice superior a aproximadamente 62% da amostra de países considerada, ou seja, a regulação ambiental com foco em políticas específicas para a agricultura é menos restritiva do que a mesma regulação praticada por 62% dos países da OCDE. Este resultado também dá sustentação à verificação da hipótese de *Pollution Haven*. Os indicadores responsáveis por esta classificação do país no período de 2000 a 2010 foram FORGROINV e FORCOINV, que tratam das políticas ambientais responsáveis pelo crescimento das florestas e mudança na cobertura vegetal.

Tabela 16 - Índice de Regulação Ambiental de Políticas Agrícolas por países da OCDE e Brasil, média dos anos 2000 a 2010.

País	EH	EVAIR	EVWATER	EVBH	EVAG	EVCLIMATE	IPRAA	IRAA
Coréia do Sul	69,69	95,40	0,00	0,00	35,36	40,08	0,49	0,47
Irlanda	91,57	64,90	0,00	0,00	0,00	20,38	0,39	0,41
Turquia	88,82	67,60	0,00	0,00	0,00	21,40	0,39	0,40
México	43,43	46,18	21,65	99,00	61,32	26,14	0,37	0,38
Noruega	31,22	97,75	0,00	0,00	0,00	1,35	0,33	0,33
Islândia	31,89	95,38	0,00	0,00	0,00	5,73	0,32	0,32
Dinamarca	71,04	49,31	4,76	0,00	0,00	20,72	0,30	0,30
Hungria	69,90	50,90	4,76	0,00	0,00	28,61	0,27	0,29
Suécia	54,85	52,06	0,00	0,00	0,00	1,06	0,34	0,29
Finlândia	50,69	51,09	2,60	0,00	12,46	32,82	0,27	0,26
Portugal	52,04	46,38	4,76	20,96	0,00	20,47	0,27	0,25
Canadá	59,18	52,15	0,00	0,00	0,00	48,27	0,17	0,24
Brasil	18,11	8,66	9,52	24,72	69,75	5,77	0,27	0,24
Suíça	2,03	96,71	0,00	7,43	0,00	0,00	0,17	0,24
Japão	12,17	94,01	4,76	0,00	1,95	25,26	0,22	0,23
Bélgica	25,04	66,15	8,23	3,57	9,02	27,76	0,24	0,21
Eslovênia	30,47	66,52	9,52	0,00	0,00	28,60	0,21	0,20
Est. Unidos	50,38	42,26	4,76	0,00	0,00	44,25	0,16	0,19
França	24,78	49,57	0,00	0,00	0,00	5,98	0,23	0,19
Grécia	26,20	66,15	14,29	0,00	0,00	29,83	0,18	0,18
Holanda	29,02	54,41	23,81	0,00	0,00	26,41	0,17	0,16
Áustria	12,53	54,80	6,49	2,58	0,00	14,39	0,18	0,14
Itália	16,80	43,62	4,76	7,00	0,00	16,40	0,18	0,13
Chile	39,79	15,55	3,46	0,00	0,00	26,65	0,17	0,12
Espanha	49,33	46,13	98,95	0,00	0,00	20,40	0,10	0,12

Alemanha	0,00	52,74	16,02	64,71	0,00	27,83	0,11	0,10
Eslováquia	15,83	49,66	9,52	0,00	0,00	41,34	0,12	0,10
R. Tcheca	15,43	51,41	1,30	0,00	0,00	55,54	0,08	0,10
Reino Unido	0,00	56,68	19,48	0,00	0,00	19,03	0,11	0,09
Austrália	40,58	6,07	98,95	99,00	30,13	52,59	0,04	0,08
N Zelândia	15,69	0,00	0,00	99,00	3,88	24,51	0,12	0,07
Israel	28,91	37,52	98,95	0,00	4,92	27,79	0,07	0,04
Polônia	0,00	43,32	0,87	0,00	0,00	52,82	0,07	0,03
Luxemburgo	0,00	66,15	98,95	0,00	0,00	27,04	0,01	0,01
Máximo	91,57	97,75	98,95	99,00	69,75	55,54	0,49	0,47
Média	34,34	54,03	16,80	12,59	6,73	25,51	0,21	0,20
Mínimo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01
D. Padrão	25,25	24,20	31,13	29,84	16,99	14,76	0,11	0,12

Fonte: Resultado da pesquisa.

Após a estimação dos índices IRAM e IRAA, foi utilizado o método de agrupamento por clusters para hierarquizar os grupos de países quanto à restritividade da regulação ambiental. Primeiramente foram realizados os critérios de parada de *Calinski-Harabasz* (1974) e *Duda-Hart* (2001), que indicaram para o caso das macro políticas 8 grupos e para o caso das políticas agrícolas 12 grupos. Entretanto, como uma parte destes grupos estava formada apenas por um país e para que os grupos pudessem ser comparados mediante a mudança no tipo de políticas consideradas, optou-se por definir o número de grupos a serem estabelecidos como sendo 5 (em ordem decrescente, ou seja, da regulação mais restritiva para a menos restritiva). A partir dessa definição foi realizada a análise de Cluster, por meio do método de K-médias, utilizando a distância euclidiana como parâmetro-base para a divisão dos grupos heterogêneos. A definição dos grupos de países quanto à restritividade da regulação ambiental pode ser vista na Tabela 17.

Tabela 17 - Definição dos países por grupos de restritividade da regulação ambiental - Análise de *Clusters*.

Grupo	Macro Políticas	Políticas Agrícolas
	Países	Países
G1 - A. Restritividade	Alemanha, Bélgica, Coréia do Sul, Dinamarca, França, Holanda, Itália, Japão, Luxemburgo.	Áustria, Bélgica, Chile, Eslováquia, Eslovênia, Finlândia, França, Grécia, Holanda, Polônia, Reino Unido, República Tcheca.
G2 - M. A. Restritividade	Áustria, Noruega, Suécia, Suíça.	Canadá, Coréia do Sul, Dinamarca, Estados Unidos, Hungria, Irlanda, Itália, Suécia, Turquia.
G3 - M. Restritividade	Austrália, Eslováquia, Polônia, Reino Unido, República Tcheca.	Islândia, Japão, Noruega, Suíça.
G4 - M. B. Restritividade	Canadá, Eslovênia,	Alemanha,

	Finlândia, Irlanda, Islândia, Nova Zelândia, Brasil.	Austrália, Brasil, México, Nova Zelândia, Portugal.
G5 - B. Restritividade	Chile, Espanha, Estados Unidos, Grécia, Hungria, Israel, México, Portugal, Turquia.	Espanha, Israel, Luxemburgo.

Fonte: Resultados da pesquisa.

Conforme mostra a Tabela 17 o Grupo 1 (G1) abrange os países com a regulação ambiental mais restritiva, tanto para as macro políticas quanto para as políticas agrícolas. Fazem parte deste grupo os países com Alta Restritividade, ou seja, que apresentaram os menores valores para o IRAM e IRAA. O Grupo 2 (G2) relaciona os países cuja regulação ambiental é de média alta intensidade. O Grupo 3 (G3) por sua vez abrange os países com regulação ambiental de média restritividade, enquanto os Grupos 4 e 5 (G4 e G5), representam os países com regulação ambiental de média baixa e baixa restritividade, respectivamente.

Observa-se que o G1 é maior grupo considerando as duas categorias de políticas, sendo composto por nove países na categoria de macro políticas e doze países quando se trata de políticas agrícolas. Comparando os dois índices, observa-se que os países que se mantiveram neste grupo foram Bélgica, França e Holanda, indicando que a regulação ambiental nestes países é mais acirrada do que a praticada pelos demais países da amostra.

Em se tratando da hierarquização dos países quanto ao acirramento da regulação ambiental para políticas agrícolas, nota-se que aproximadamente 74% dos países da amostra apresentam pelo menos uma regulação ambiental de média restrição. Quanto às macro políticas este percentual cai para aproximadamente 53% da amostra.

No que tange ao Brasil, este se encontra classificado no grupo de média baixa restritividade da regulação nas duas categorias de políticas e acima de países como a Espanha e Israel. Esta classificação do Brasil no grupo de média baixa restritividade da regulação ambiental indica que há uma

diferença significativa na regulação ambiental comparativamente aos países da OCDE. Isto posto, justifica-se o teste da hipótese de *Pollution Haven*.

4.3. Efeitos da regulação ambiental sobre os fluxos de comércio de grãos entre Brasil-OCDE

Nesta subseção são apresentados os resultados para o modelo gravitacional. Foram estimados três modelos para a equação gravitacional considerando diferentes variáveis ambientais. Conforme descrito na seção 3.2, o Modelo 1 foi estimado tendo como variável representativa da regulação ambiental o índice geral de risco ambiental das atividades produtivas - EPI; o Modelo 2 por sua vez foi estimado considerando o indicador para as distintas categorias de política ambiental (EH, EVAIR, EVWATER, EVBH, EVAG e EVCLIMATE), o Índice de Regulação Ambiental de Macro Políticas - IRAM; e o Modelo 3 considerou o indicador geral para os índices específicos para a agricultura (PACOV; AGSUB; POPs; FORGROINV; FORCOINV e CO2GDP), a saber, o Índice de Regulação Ambiental de Políticas Agrícolas - IRAA. Além disso, os três modelos foram estimados¹² por Tobit para os grãos selecionados (café, milho e soja), sendo inseridas dummies para pares de países.

De modo geral, as equações gravitacionais estimadas por Tobit apresentaram-se significativas e com sinais esperados para os coeficientes. As estimativas obtidas utilizaram o procedimento para amostras censuradas à esquerda para os períodos em que não houve comércio dos grãos selecionados entre o Brasil e os países pertencentes à OCDE. Para obter erros-padrão consistentes para heterocedasticidade, estes foram estimados por *bootstrap*. Realizou-se o teste de Wald para avaliar se os parâmetros encontrados em cada equação foram conjuntamente diferentes de zero, o que pela estatística encontrada, confirmou-se que todos os modelos estimados foram válidos.

¹² O software utilizado para estimação dos modelos foi o Stata 12.

Tabela 18 - Estimativas das equações gravitacionais para o Modelo 1.

Variáveis	Café		Milho		Soja	
	Coef.	Efeito Marg.	Coef.	Efeito Marg.	Coef.	Efeito Marg.
<i>LnDist</i>	-0.59 (-3.4)***	-0.59 (-3.4)***	-12.19 (-4.15)***	-4.33 (-4.45)***	2.21 (1.11)ns	1.97 (1.1)ns
<i>LnRendExt</i>	1.24 (13.73)***	1.24 (13.73)***	4.49 (6.34)***	1.59 (8.07)***	3.71 (9.1)***	3.32 (9.76)***
<i>LnRendInt</i>	-0.98 (-2.78)***	-0.98 (-2.78)***	4.00 (1.54)^	1.42 (1.46)^	-7.48 (-5.77)***	-6.68 (-6.02)***
<i>Dlitoral</i>	-5.66 (-7.4)***	-5.66 (-7.4)***	-8.14 (-1.81)*	-2.35 (-2.41)**	-15.72 (-12.19)***	-10.80 (-18.12)***
<i>LnBTcafé</i>	-0.17 (-2.82)***	-0.17 (-2.82)***	...	...	...	...
<i>LnBTmilho</i>	...	...	0.84 (0.51)ns	0.30 (0.52)ns	...	...
<i>LnBTsoja</i>	...	...	...	...	1.29 (3.38)***	1.15 (3.43)***
<i>DBNTcafé</i>	0.13 (0.35)ns	0.13 (0.35)ns	...	...	...	...
<i>DBNTmilho</i>	...	...	-1.36 (-0.62)ns	-0.46 (-0.65)ns	...	...
<i>DBNTsoja</i>	...	...	...	...	-3.95 (-2.7)***	-3.35 (-2.82)***
<i>LnEPI</i>	4.92 (3.66)***	4.92 (3.66)***	-1.71 (-0.2)ns	-0.61 (-0.2)ns	13.73 (3.51)***	12.26 (3.66)***

Wald Chi2	78532.33***	104.4***	2223.89***
N.obs.	363.00	363.00	363.00
% obs.cens.	4,68%	72,42%	30,85%

Fonte: Resultados da pesquisa.

Nota: *** 1% de significância; ** 5% de significância; * 10% de significância; ^ 15% de significância.

Os resultados para a equação de comercialização de café apontam para a significância individual das variáveis explicativas, à exceção da *dummy* para barreiras não tarifárias.

A renda externa, que em um modelo de gravidade é entendida como uma variável de atração ao comércio apresentou sinal condizente com a teoria econômica, tendo efeito positivo nas exportações totais de grãos selecionados no período analisado. Conforme os resultados, o aumento de 1% da renda externa tende a elevar os fluxos comerciais de café do Brasil para a OCDE em aproximadamente 1,24%, em média.

A variável representativa dos custos de comércio (distância) também apresentou sinal condizente com a teoria, ou seja, relação inversa desta com os fluxos de comércio de café. Assim, um aumento de 1% na distância entre os países, que pode ser traduzida em aumento nos custos de comércio, representa uma redução média de 0,59% no comércio de grãos entre o Brasil e a OCDE.

Os resultados para a variável *dummy* para ausência de litoral indicam que um parceiro comercial que não possua faixas litorâneas, comercializa, em média, 5,66% menos café com o Brasil. Este resultado é condizente, haja vista, que a ausência de faixas litorâneas faz com que os países tenham que recorrer a meios de transportes mais caros ou a entrepostos comerciais, como por exemplo, a Holanda, o que torna o produto mais caro no país, inibindo assim, o comércio. Para as barreiras tarifárias o sinal do coeficiente foi condizente com às expectativas, haja vista que um aumento de 1% nas barreiras tarifárias médias para o café, há uma redução de 0,17% das exportações deste grão do Brasil para a OCDE. De acordo com Silva (2008) países não produtores de café, como aqueles pertencentes à OCDE, em geral cobram tarifas médias pequenas. No entanto, para produtos industrializados a tarifa cobrada é muito superior, o que prejudica as exportações de produtos de maior valor agregado.

A variável de interesse neste estudo, ou seja, a regulação ambiental, também apresentou efeito esperado. De acordo com este resultado, o aumento

de 1% no índice de regulação ambiental total dos países pertencentes à OCDE causa um aumento de 4,92%, em média, nos fluxos comerciais de café do Brasil para a OCDE. Este resultado é condizente com o que é proposto pela Hipótese de *Pollution Haven*, na qual, um aumento na restritividade da regulação ambiental dos parceiros comerciais, resultaria em um aumento da produção de indústrias "sujas" ou utilização de práticas produtivas poluentes no Brasil.

Conforme foi exposto na seção 1.1, um dos motivos para se estudar os efeitos da regulação ambiental sob os fluxos comerciais de grãos à luz da hipótese de *pollution haven* é que esta atividade, se praticada sem uma legislação rígida no que tange o uso dos recursos naturais, tem efeitos diretos sobre o meio ambiente, tais como erosão, desmatamento, desertificação, entre outros. Salienta-se que apesar dos inúmeros avanços no desenvolvimento de espécies resistentes a pragas e doenças, a produção de grãos é fortemente dependente de um importante agente nocivo à saúde humana e ao meio ambiente, os agrotóxicos. Estes passaram a ser regulados no Brasil pela Lei 7.802/89, mas o controle do seu uso ainda é limitado, em razão da fiscalização ineficiente, bem como, pelo custo elevado de sementes mais resistentes às pragas e doenças, o que faz com que muitos produtores utilizem agrotóxicos altamente poluentes de forma indiscriminada.

No entanto, os países pertencentes à Europa não são tipicamente produtores de café, em razão das condições edafoclimáticas, de forma que a transferência desta produção para o Brasil não se dá de forma direta. O fato de a regulação ambiental ser menos restritiva no Brasil é que favorece as práticas produtivas poluidoras.

Dentre os principais aspectos ambientais afetados pelo cultivo do café estão a perda de habitats e efeitos negativos sobre a biodiversidade, degradação do solo, piora na qualidade da água como resultado do processamento do grão e uso excessivo de pesticidas na produção (CLAY, 2004).

Os efeitos mais expressivos da regulação ambiental mais restritiva praticada pela OCDE foram sentidos pela soja. Para este grão, o aumento de 1% no EPI resulta, em média, em um aumento de 12,26% nos fluxos comerciais deste. É sabido que a soja encontra-se em franca expansão, com participação média de 50% nas exportações de grãos do país, de acordo com dados do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior - MIDIC (2013). Apesar dos avanços tecnológicos que permitiram o acréscimo da produtividade média por hectare, o cultivo da soja, que se dá principalmente nas regiões Centro Oeste e Sul, ainda é fortemente dependente da incorporação de novas terras para cultivo, o que resulta em aumento do desmatamento e desgaste do solo.

Os resultados obtidos para a exportação de milho apresentaram sinal não condizente com a teoria e não foram significativos estatisticamente. Este resultado pode ser explicado pela sazonalidade nas exportações deste grão do Brasil para a OCDE, marcados por valores das exportações expressivos em momentos onde haja escassez deste nos demais parceiros comerciais da OCDE.

Os resultados considerando o índice para as diferentes categorias de macro políticas ambientais são apresentados na Tabela 19. Salienta-se que após o cálculo e normalização do índice IRAM o efeito esperado é negativo, uma vez que um escore elevado para este índice representa uma regulação ambiental menos restritiva. Assim, quanto maior o IRAM nos países da OCDE em relação ao Brasil, menos restritiva é a regulação ambiental nestes países. O resultado esperado pela hipótese de *Pollution Haven*, neste caso, é que menores tendem a ser a produção e exportação de grãos do Brasil para os países da OCDE, pois em razão da regulação ambiental mais acirrada no primeiro, tende a tornar o processo produtivo mais caro em comparação com o segundo.

Tabela 19 - Estimativas das equações gravitacionais para o Modelo 2.

Variáveis	Café		Milho		Soja	
	Coef.	Efeito Marg.	Coef.	Efeito Marg.	Coef.	Efeito Marg.
<i>LnDist</i>	-0.07 (-0.35)ns	-0.07 (-0.35)ns	-12.37 (-5.24)***	-4.37 (-5.48)***	4.15 (2.78)***	3.69 (2.79)***
<i>LnRendExt</i>	1.20 (11.95)***	1.20 (11.95)***	4.48 (7.6)***	1.58 (9.05)***	3.66 (9.24)***	3.26 (9.72)***
<i>LnRendInt</i>	0.09 (0.48)ns	0.09 (0.48)ns	3.44 (2.21)**	1.21 (2.22)**	-4.83 (-4.99)***	-4.31 (-5.08)***
<i>Dlitoral</i>	-5.25 (-7.53)***	-5.25 (-7.53)***	-9.14 (-2.71)***	-2.55 (-3.67)***	-13.66 (-9.58)***	-9.84 (-12.93)***
<i>LnBTcafé</i>	-0.28 (-4.97)***	-0.28 (-4.97)***	...	...	...	...
<i>LnBTmilho</i>	...	...	-0.26 (-0.18)ns	-0.09 (-0.18)ns	...	...
<i>LnBTsoja</i>	...	...	...	...	1.13 (3.4)***	1.00 (3.49)***
<i>DBNTcafé</i>	0.27 (0.59)ns	0.27 (0.59)ns	...	...	...	...
<i>DBNTmilho</i>	...	...	-1.95 (-0.92)ns	-0.65 (-0.98)ns	...	...
<i>DBNTsoja</i>	...	...	...	...	-3.96 (-2.89)***	-3.35 (-3.08)***
<i>LnIRAM</i>	-0.14 (-1.35)ns	-0.14 (-1.35)ns	1.08 (1.69)*	0.38 (1.64)^	-0.47 (-1.54)^	-0.42 (-1.55)^

Wald Chi2	91153.51***	133.29***	1652.34***
N.obs.	363	363	363
% obs.cens.	4,68%	72,42%	30,85%

Fonte: Resultados da pesquisa.

Nota: *** 1% de significância; ** 5% de significância; * 10% de significância; ^ 15% de significância.

Considerando os diferentes aspectos da política ambiental que influenciam a composição do IRAM, destacam-se duas principais ações brasileiras para aumento da reestrutividade da regulação ambiental, a saber, o Plano Nacional de Qualidade do Ar e a Política Nacional de Mudança do Clima.

Em 2009 foi instituído no Brasil o Plano Nacional de Qualidade do Ar (PNQA) com o objetivo de reduzir as emissões de poluentes na atmosfera, assegurando assim, a melhoria da qualidade ambiental e proteção da saúde humana. Este plano pretende superar as limitações do Programa Nacional de Controle da Qualidade do Ar (PRONAR), como estabelecimento de limites de emissão e punição para o descumprimento da legislação. De acordo com dados para avaliação do PRONAR, disponibilizados pelo Ministério do Meio Ambiente (2009), uma das principais dificuldades deste programa e que levaram à sua substituição é que a quase totalidade dos estados não adotou padrões de qualidade do ar e limites de emissões mais restritivos, em função de não haver penalidade para os casos de descumprimento da legislação. Além disso, passados 20 anos da instituição do PRONAR nenhum estado havia concluído o plano de emergência para episódios críticos de poluição do ar. Ainda não é possível verificar os avanços concretos do PNQA em relação ao PRONAR, no entanto, mesmo a passos lentos, a legislação ambiental brasileira tem caminhado na direção de maior reestrutividade no uso dos recursos naturais. Entretanto, apesar dos avanços na legislação, sua efetividade é minimizada principalmente pela fiscalização ineficiente e déficits em capital humano.

No que tange a Política Nacional de Mudança do Clima (PNMC), esta foi instituída em 2009 pela Lei nº 12.187, onde o Brasil oficializou o compromisso junto à ONU de redução de emissões de gases de efeito estufa entre 36,1% e 38,9% até 2020.

No entanto, de acordo com o TEEB (2009), uma característica de países em desenvolvimento, como é o caso do Brasil, quando comparados a

países desenvolvidos, é a explícita falta de atenção às questões ambientais, sobretudo à biodiversidade, ecossistemas e serviços ecossistêmicos, o que resulta em redução das matérias-primas e recursos biológicos (água, solos férteis, etc); fato agravado pela poluição e alterações climáticas resultantes da regulação ambiental ineficiente. Ainda segundo o TEEB (2009) o extensivo desmatamento para aumento da produção agrícola e criação de gado é um dos principais fatores da diminuição da biodiversidade, tendo como exemplo, a conversão de importantes áreas da Floresta Amazônica e Cerrado para produção de soja e pecuária.

De modo geral, observa-se que os resultados se mostraram condizentes com a teoria no caso de café e soja. No entanto, apenas a soja apresentou significância estatística em seus resultados, onde um aumento de 1% no IRAM leva a uma redução de 0,38% das exportações deste grão do Brasil para a OCDE. Este resultado é condizente com a hipótese de *Pollution Haven*, pois um aumento deste indicador reflete uma redução na restritividade da regulação ambiental das categorias macro políticas dos países da OCDE em relação ao Brasil o que torna a produção no Brasil mais cara, em razão de haver mais especificações ambientais a serem atendidas, e induz a redução das exportações deste grão. Os resultados obtidos corroboram aqueles alcançados por Feix et al (2009), onde houve indícios de comprovação da hipótese de *Pollution Haven* para as exportações de soja.

Para o milho, estes resultados se mostraram com sinal inesperado. Estes resultados podem ser explicados pelo fato de as exportações de milho para a OCDE com origem no Brasil serem sazonais, apesar da grande expressividade, de forma que as categorias de macro políticas consideradas não impactam significativamente suas exportações.

Na Tabela 20 são apresentados os resultados do Modelo 3 para as equações, na qual são inseridas as categorias de política específicas para a agricultura. De modo geral, os coeficientes se mostraram significativos, mas em casos isolados com sinais inesperados.

Tabela 20 - Estimativas do Modelo Gravitacional por Tobit, Modelo 3.

Variáveis	Café		Milho		Soja	
	Coef.	Efeito Marg.	Coef.	Efeito Marg.	Coef.	Efeito Marg.
<i>LnDist</i>	-0,26 (-1,19)ns	-0,26 (-1,19)ns	-14,94 (-6,4)***	-5,21 (-6,06)***	3,87 (2,59)***	3,44 (2,63)***
<i>LnRendExt</i>	1,17 (11,22)***	1,17 (11,22)***	4,66 (7,83)***	1,62 (7,27)***	3,58 (9,87)***	3,18 (10,59)***
<i>LnRendInt</i>	0,31 (2,08)**	0,31 (2,08)**	5,07 (3,4)***	1,77 (3,3)***	-4,57 (-4,83)***	-4,07 (-5,03)***
<i>Dlitoral</i>	-5,10 (-6,24)***	-5,10 (-6,24)***	-10,27 (-3,09)***	-2,73 (-4,35)***	-14,14 (-8,9)***	-10,06 (-12,05)***
<i>LnBTcafé</i>	-0,28 (-3,98)***	-0,28 (-3,98)***	...	...	...	...
<i>LnBTmilho</i>	...	...	3,82 (2,65)***	1,33 (2,6)***	...	...
<i>LnBTsoja</i>	...	...	...	...	0,89 (2,42)**	0,79 (2,46)**
<i>DBNTcafé</i>	0,19 (0,55)ns	0,19 (0,55)ns	...	...	...	...
<i>DBNTmilho</i>	...	...	0,58 (0,26)ns	0,21 (0,26)ns	...	...
<i>DBNTsoja</i>	...	...	...	...	-3,95 (-2,9)***	-3,34 (-3,15)***
<i>LnIRAA</i>	0,63 (2,25)**	0,63 (2,25)**	-3,59 (-4,02)***	-1,25 (-3,89)***	0,51 (0,87)ns	0,45 (0,87)ns

Wald Chi2	72365,69***	206,33***	1471,72***
N.obs.	363,00	363,00	363,00
% obs.cens.	4,68%	72,42%	30,85%

Fonte: Resultados da pesquisa.

Assim como no caso do IRAM, após a normatização do IRAA, quanto maior o escore para este índice menos restritiva é a regulação ambiental do país. Dessa forma, o efeito esperado entre as exportações e o IRAA é negativo, uma vez que o aumento do IRAA significa que a restritividade da regulação ambiental dos países da OCDE foi reduzida, o que resulta em menos exportações do Brasil para estes países. Isto porque a regulação na OCDE estaria menos restritiva em relação à regulação no Brasil, de forma que a produção nos primeiros será mais barata e estes reduzirão suas importações destes grãos do Brasil, pela hipótese de *Pollution Haven*.

Observa-se que, de maneira geral os coeficientes se apresentaram significativos e com sinal condizente. No entanto, para a variável de interesse, IRAA, apenas café e milho apresentaram sinais esperados, com significância estatística apenas para o milho. Para este produto, o aumento de 1% no IRAA resulta em uma redução de 1,25% das exportações do Brasil para a OCDE.

De maneira geral, os índices de maior impacto na composição do IRAA foram AGSUB, PACOV e FORCOINV. Este resultado é condizente, pois o avanço da produção agrícola no Brasil se deu de forma desordenada e sem considerar as especificidades dos biomas, o que resultou em uma grande área desmatada no território nacional em áreas de rica biodiversidade, como é o caso da Amazônia e o Cerrado. Atualmente alguns cuidados são tomados para a preservação destes biomas, mas as políticas são ineficientes e as taxas de desmatamento nestas regiões continuam positivas.

Da regulação ambiental praticada no Brasil para proteção do ecossistema, as mais conhecidas são o Código Florestal Brasileiro, criado pela Lei n° 4.771, em 15 de setembro de 1965, a criação da Lei n° 7.754, de 14 de abril de 1989, para a proteção das florestas existentes nas nascentes dos rios e a edição da Medida Provisória 1.511, em 1996, que aumentou o percentual de requisitos de reserva legal para propriedades na Amazônia Legal. No entanto em 25 de maio de 2012, foi sancionado o Novo Código Florestal (Lei n° 12.651, oriunda do Projeto de Lei n° 1.876/99), que apesar de 12 vetos

dados pela presidenta, Dilma Rousseff, este representa um retrocesso ambiental para inúmeros ambientalistas. Dentre os principais pontos questionados neste Novo Código Florestal destaca-se a anistia aos desmatadores e protagonistas de crimes ambientais ocorridos até a aprovação do código, bem como a possibilidade de reflorestamento com flora não pertencente aos ecossistemas mencionados na lei, Amazônia e Cerrado. Além disso, foram reduzidas as áreas exigidas para a Reserva Legal e Área de Proteção Permanentes, o que impulsiona o aumento do desmatamento em regiões de grande importância ambiental pela biodiversidade, como a Amazônia e o Cerrado.

Além disso, destacam-se os efeitos causados pelos índices CO₂GDP e POPs na composição do IRAA. No Brasil as políticas de controle de emissões de CO₂ e sua fiscalização ainda são muito incipientes, de forma que apesar de uma parte significativa da produção agrícola comercial ser feita no sistema de plantio direto, o que contribui para a fixação de carbono, a impunidade e aplicação menos severa da regulação ambiental leva à produção com uso de tecnologias poluidoras com menores custos de produção. Ademais, a produção de grãos no Brasil é fortemente dependente do uso de pesticidas para combater pragas e doenças, uma vez que as práticas produtivas com uso de tecnologias mais limpas são mais caras e, portanto, usadas em menor número no país.

De acordo com Dams (2006) o uso de pesticidas no Brasil é bastante expressivo, posicionando o país como um dos maiores consumidores destes produtos por tonelada de alimento produzida, ficando atrás apenas do Japão e Estados Unidos. Pela regulação brasileira para uso de pesticidas no Brasil, o produto precisa ser aprovado por três ministérios antes de ser utilizado na produção, a saber, o Ministério do Meio Ambiente, o Ministério da Saúde e o Ministério da Agricultura, e depende também da aprovação do Instituto Brasileiro de Meio Ambiente (IBAMA) e da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Estes produtos passam por estudos de toxicidade, eficiência e risco para a natureza. No entanto, Pinagti (2012) afirma que a Fiocruz e as universidades, em geral, não têm capacidade de analisar todas as

substâncias, de forma que o governo depende da avaliação feita pela indústria dos agrotóxicos, abrindo margem para resultados incorretos. Além disso, destaca-se que a quantidade de agrotóxicos ou pesticidas utilizada na agricultura brasileira é elevada (828 milhões de litros em 69 milhões de hectares de lavoura permanente e temporária em 2012 - Sindag, 2013).

Analisando de forma geral o efeito da regulação ambiental nas exportações de grãos (café, milho e soja) nos três modelos, observa-se que o efeito mais expressivo no café e soja se deu pelo índice EPI, enquanto no milho, foi o IRAM.

Em se tratando de café, salienta-se que o país está passando por transformações na legislação e inúmeras tentativas de conscientização dos produtores para o uso adequado de pesticidas, como por exemplo, o Café Seguro, que procura orientar o produtor sobre os cuidados a serem adotados na produção que resulte em um grão livre de contaminantes e que atenda as restrições ambientais nacionais e internacionais. No entanto, o que se observa é um aumento no uso de pesticidas altamente poluidores, que em sua maioria são proibidos em países com regulação ambiental mais restritiva, como a União Européia e os Estados Unidos, bem como o não cumprimento dos Limites Máximos de Resíduos (LMR)¹³ estabelecidos para o grão. Costa e Rohlf (2010) salientam que o fato de ainda serem encontradas substâncias proibidas no Brasil demonstra a ineficiência dos mecanismos de controle do estado em garantir que estas substâncias não sejam utilizadas em território nacional.

No que tange a soja, um dos grandes problemas ambientais decorrentes da produção de soja é a conversão de áreas de floresta em áreas agricultáveis, que ocorrem principalmente no bioma Amazônia e Cerrado. Além disso, por se tratar de um país de clima tropical, a incidência de pragas e doenças é maior o que resulta em uso intensivo de pesticidas. Com o intuito de tornar a produção de soja no Brasil sustentável, em julho de 2006 foi assinado

¹³ Concentração máxima de um agrotóxico (mg/kg) permitida em alimentos e rações, com base em dados de Boas Práticas Agrícolas (BPA), (GUIMARÃES, 2012).

pela ABIOVE, ANEC, Greenpeace, WWF, IPAM, TNC e o governo brasileiro, um acordo denominado Moratória da Soja, indicando medidas a serem tomadas contra o desmatamento no bioma amazônico. A moratória foi renovada em 2010, mas os efeitos das medidas adotadas ainda não puderam ser sentidos. O último relatório de monitoramento das áreas de risco mostrou que desde o início da moratória uma área equivalente a 4,19 milhões de ha foi desflorestada no bioma Amazônia, dos quais 2,97 milhões de ha (71%) se encontram no Mato Grosso, Pará e Roraima, que são estados produtores de soja.

De acordo com relatório apresentado pelo Greenpeace¹⁴ apesar de a moratória ter trazido grandes avanços no que concerne o mapeamento dos produtores de soja, bem como o monitoramento dos focos de desmatamento, os mecanismos de controle não estão em pleno funcionamento, o que não inibe a produção de soja no bioma Amazônia. Dentre as principais dificuldades encontradas pelo Greenpeace neste relatório é o não cumprimento da legislação federal que restringe o crédito e financiamento às propriedades que estiverem em conformidade com a lei; a resistência dos produtores na implementação das medidas de controle do desmatamento; e a ineficiência dos recursos humanos e financeiros dos órgãos públicos. Assim, apesar do país possuir um dos sistemas mais avançados de monitoramento do desmatamento a regulação ambiental ainda é branda e os meios de fiscalização são frágeis.

Portanto, os resultados indicam que a regulação mais restritiva praticada pelos países da OCDE, tende a impactar positivamente as exportações de grande parte dos grãos considerados nesta análise, sobretudo o café e a soja. Embora não tenham sido encontrados evidências da hipótese de *pollution havens* em todos os grãos e índices de regulação analisados, os resultados indicaram que para os produtos mais expressivos da pauta uma regulação ambiental mais rígida praticada nos países da OCDE tendem a aumentar a produção e exportações de produtos que utilizam práticas produtivas poluentes em sua produção. Estas evidências aclaram a importância

¹⁴ Disponível em: <http://www.greenpeace.org.br/amazonia/pdf/boletimmoratoriaweb.pdf>

de estabelecer restrições ambientais mais rígidas e aumentar a fiscalização das normas ambientais já existentes.

5. RESUMO E CONCLUSÕES

As últimas três décadas do século XX foram marcadas pela crescente preocupação com a relação entre o crescimento econômico e o meio ambiente; preocupação esta que foi gerada pelos conservacionistas influenciados pelas ideias malthusianas de escassez dos recursos, mostrando a necessidade de repensar os padrões de produção e consumo. Os problemas ambientais descontrolados provenientes dos processos de crescimento e desenvolvimento foram sentidos lentamente e de forma diferenciada pelo governo, organizações internacionais e a sociedade civil.

O fortalecimento das discussões acerca do tema, na década de 1980, culminou na incorporação de novos instrumentos de política pública com o intuito de viabilizar a relação entre o crescimento econômico e os recursos naturais - a política ambiental. Esta surge na forma da regulamentação do uso adequado dos recursos naturais, viabilizando reduzir os impactos da ação antrópica por meio de instrumentos e metas estipuladas. O processo de desenvolvimento dessas políticas no mundo se deu em três fases: a primeira marcada pela acirrada intervenção governamental para resolver problemas

ambientais específicos, o que gerava altos custos e solução tardia dos problemas; a segunda fase caracterizada pelas políticas de comando e controle cujos principais instrumentos são a imposição de padrões de emissões sobre o produto final e a indicação dos meios necessários para atingir esses padrões de emissões; e a terceira fase, aplicada apenas por países desenvolvidos, em que as políticas de comando e controle são mescladas com instrumentos econômicos de internalização de custos ambientais, onde os padrões de emissões passam a ser instrumentos de uma política baseada em metas a serem cumpridas.

Caracterizam-se os instrumentos de comando e controle pela regulação direta dos locais emissores de poluentes. Por meio destes, o órgão regulador estabelece um padrão de emissões a ser cumprido e uma série de penalidades decorrentes da não execução dos acordos estabelecidos. A implementação de tais instrumentos se mostrou ineficiente pelos altos custos gerados pela necessidade de fiscalização contínua e podem ser injustos por não analisar cada agente poluidor de forma específica. Por outro lado, os instrumentos econômicos induzem à internalização dos custos ambientais pelos agentes poluidores. Estes se mostram superiores aos instrumentos de comando e controle por gerarem receitas fiscais e tarifárias; abordar individualmente os agentes poluidores considerando seus custos de controle; utilizar de mecanismos como subsídios e taxas para estimular o uso de tecnologias limpas; atuar no início do processo de utilização dos recursos naturais e evitar gastos jurídicos para aplicação de penalidades.

A política ambiental define as diretrizes a serem tomadas pelos países no que tange a sua regulamentação ambiental interna. Historicamente, sempre houve diferenças entre os países desenvolvidos e em desenvolvimento, no que tange a formulação de políticas ambientais, marcadas por uma regulação mais frouxa nos países em desenvolvimento e maior restrição nos países desenvolvidos. A OCDE, fórum composto por trinta e três países desenvolvidos e que acordam sobre os rumos a serem tomados pela política interna de cada um deles, tem seus principais instrumentos de regulação

divididos em três classes principais, a saber: tributos e subsídios; criação de mercado; intervenção de demanda final e legislação de responsabilização, que definem essencialmente instrumentos econômicos de regulação ambiental. A regulação ambiental brasileira, por sua vez, ainda encontra-se em fase inicial, apesar de estar evoluindo gradativamente em concordância com a tendência internacional dos acordos multilaterais. A estrutura de gestão ambiental brasileira é complexa e abrange as esferas federal, estadual e municipal de governo, sendo predominantemente formada por medidas de comando e controle, e a correta utilização dos recursos naturais ainda não ocorre em razão da fiscalização ineficiente e interferência de grupos de interesse.

A análise cuidadosa dos índices de desempenho ambiental para o Brasil e para os países da OCDE indicou que há uma grande discrepância entre os países no que tange à formulação de políticas ambientais, de forma que a regulação ambiental interna é determinada pelos interesses políticos, econômicos e sociais de cada país. O Brasil, por sua vez, encontra-se classificado abaixo dos países da OCDE na maior parte dos índices, sobretudo de países como Suíça, Noruega, Luxemburgo, Áustria, Itália, Suécia e Islândia, que ocuparam até a quinta colocação em pelo menos três índices. Comparando os escores obtidos pelo Brasil com os escores do primeiro colocado em cada índice, observou-se que há uma diferença de pelo menos 20 pontos na maioria dos índices. Isto indica que a regulação ambiental brasileira é menos restritiva em relação aos principais países da OCDE, o que pode resultar em entrave às práticas produtivas sustentáveis, uma vez que o interesse global e o bem estar coletivo são postos de lado, em prol do crescimento econômico desordenado e práticas produtivas mais baratas. Além disso, na análise de clusters feita para os índices compostos de macro políticas ambientais e políticas agrícolas, observou-se que o Brasil ficou classificado no quarto grupo, que compreende os países de média baixa restritividade da regulação ambiental, comparativamente aos países da OCDE.

Salienta-se que nos países da OCDE predominam os instrumentos econômicos, com o estabelecimento de taxas, tarifas e certificados de

emissões, enquanto no Brasil prevalecem os instrumentos de comando e controle, marcados pelo controle no processo produtivo e estabelecimento de padrões de emissões para fontes específicas. Esta predominância de instrumentos econômicos para regulação ambiental na OCDE levou a agricultura nestes países a utilizar menos pesticidas, fertilizantes, água e energia por tonelada produzida. O mau desempenho do Brasil em tais índices pode estar associado ao tipo de instrumento de regulação ambiental utilizado (comando e controle), comprovadamente menos eficientes para regular o uso sustentável dos recursos naturais em relação aos instrumentos econômicos. Contudo, a nível mundial grande avanço já foi feito no que concerne à formulação de políticas ambientais, como pode ser observado pelos inúmeros acordos internacionais que norteiam a regulação ambiental.

Assim, dadas as diferenças no que tange a restritividade da regulação ambiental entre o Brasil e os países da OCDE, este estudo teve por objetivo principal analisar os efeitos exercidos pela regulação ambiental praticada pela OCDE sobre as exportações de grãos brasileiros, à luz da hipótese de *pollution haven*. Por esta hipótese acredita-se que o fato de a regulação ambiental nos países da OCDE ser mais restritiva do que a regulação praticada pelo Brasil, levam a formação de portos de poluição no último, marcada pelo aumento da produção e exportação de grãos, cujo sistema de produção é entendido como poluidor pela forte dependência do uso de recursos naturais. Este constituiu um primeiro esforço, mostrando a direção do efeito da regulação ambiental sobre as exportações e em que magnitude ocorre este efeito.

Para avaliar o efeito da regulação ambiental praticada pelos países da OCDE sobre as exportações brasileiras de grãos foi utilizado o método de Tobit para um painel de 33 países, em função da existência de valores nulos para a variável dependente. Os fundamentos para definição das variáveis a serem inseridas no modelo foram obtidos na abordagem teórica proposta por Anderson e van Wincoop para a equação gravitacional. As equações estimadas, de forma geral, apresentaram-se significativas e com sinais esperados para os coeficientes. As estimações utilizaram o procedimento para

amostras censuradas à esquerda para os períodos em que não houve comércio dos grãos selecionados entre o Brasil e os países pertencentes à OCDE. Os erros-padrão foram estimados por *bootstrap* e, portanto, foram encontradas estimativas consistentes para heterocedasticidade.

Os resultados para o modelo gravitacional mostraram que a regulação ambiental mais restritiva praticada pelos países da OCDE tende a intensificar a exportação brasileira dos grãos considerados neste estudo, avaliando as diferentes categorias de política ambiental. Estes resultados não são conclusivos, como na maioria dos estudos desta natureza, mas dão indícios da comprovação da hipótese de *Pollution Haven*, que norteou este estudo. Os resultados obtidos podem estar associados à fiscalização ineficiente das normas ambientais e abrandamento da regulação ambiental, o que pode levar os produtores a utilizarem práticas produtivas com menores custos, mas que não considerem os aspectos do desenvolvimento sustentável. Este resultado torna-se ainda mais grave quando se considera que o Brasil tem sua regulação ambiental comparada com países desenvolvidos, indicando que o país tem caminhado lentamente na direção das propostas mundiais de melhoria da qualidade e proteção do meio ambiente, onde apesar dos inúmeros acordos internacionais assinados, os esforços para colocar em prática as metas acordadas ainda são insuficientes.

Os resultados obtidos são preocupantes na medida em que os países da OCDE se resguardam dos problemas ambientais gerados pela atividade agrícola em seu território, fortalecem as normas de proteção ao meio ambiente, mas fazem concessões ao permitir a importação de produtos oriundos de um processo produtivo que não teve como objetivo principal o uso adequado dos recursos produtivos e menor geração de resíduos. Por esta lógica, os países da OCDE continuam gerando externalidades negativas, mas se protegem dos efeitos diretos causados por estas externalidades. Pode-se citar como um exemplo de tal afirmação o caso dos transgênicos. Nos países da União Européia há uma regulação que proíbe a produção de produtos transgênicos, alegando os problemas ambientais que estes podem gerar. No

entanto, não há proibição para as importações de tais produtos nestes países. Assim, a regulação menos restritiva no Brasil em comparação com a OCDE, representa uma ameaça à qualidade ambiental, na medida em que os resultados mostram que estas diferenças não representam uma ameaça ao crescimento da produção e exportações de grãos.

Tais resultados vão de encontro às demandas internacionais com relação ao avanço da regulação ambiental dos países. Salienta-se que apesar de a regulação brasileira possuir destaque quanto ao seu desenvolvimento e pelo grau de especificidade com que trata os diversos problemas ambientais e manejo dos recursos naturais, esta ainda é ineficiente no combate aos efeitos das atividades produtivas sobre o meio ambiente. O problema reside no fato de a regulação ambiental do país ser baseada em instrumentos de comando e controle, que são conhecidamente morosos, e exigem elevado quadro de funcionários para fiscalização e aplicação das penalidades cabíveis a cada caso, o que não acontece, tornando a regulação ambiental praticada no país ineficiente. Ademais, ressalta-se que as discussões sobre a evolução dos instrumentos de regulação ambiental e demais questões relativas ao uso sustentável dos recursos naturais no Brasil ainda são embrionárias, o que indica a tendência de que este quadro mostrado por este estudo se perpetue.

Tendo vista essa realidade a busca de alternativas para amenizar os efeitos ambientais causados pela atividade agrícola seria a intensificação da fiscalização das normas ambientais já existentes e redução da impunidade nos casos em que a legislação é negligenciada. Além disso, a busca por políticas ambientais que caminhem para o uso de instrumentos econômicos, como a criação de mercados de licença para poluição e incidência de taxas ambientais, deve estar presente de forma mais decisiva nas discussões sobre o tema, haja vista que estes fornecem uma base mais sólida para as práticas produtivas sustentáveis.

Salienta-se ainda que a produção de grãos, enquanto importante atividade no Brasil, não deve ter suas necessidades negligenciadas, sobretudo em um país com dimensões continentais, em que a produção agrícola é

marcada por especificidades em cada região. Entretanto, não deve haver um relaxamento das restrições ambientais, de forma a adequar a produção de grãos compatível com os padrões ambientais definidos em acordos internacionais, preservando assim a biodiversidade do país.

É nessa perspectiva que surgem indicativos para trabalhos futuros, como o teste da hipótese de *pollution haven* a um nível mais amplo das atividades produtivas, fazendo um comparativo dos diferentes setores produtivos, entre eles atividades geradoras de altos níveis de poluição, bem como, a incorporação de atividades do agronegócio que proporcionam grandes danos ambientais, como a pecuária.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, Luciana Togueiro de. Economia verde: a reiteração de ideias à espera de ações. *Estudos Avançados*, v. 26, n. 74, p. 93-103, 2012.

ALMEIDA, Luciana Togueiro de. et all. Comércio e meio ambiente. *Economia Política Internacional: Análise Estratégica*. n.1 - Abr./Jun., 2004. p. 43-49.

ALMEIDA, Luciana Togueiro de. et. all. COmércio e meio ambiente: evidências do seotr agroexportador brasileiro. In: *Economia do Meio Ambiente: Teoria e prática*. MAY, Peter (org.). 2^a ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.

ANDERSON, J. E. VAN WINCOOP, E. Gravity with Gravitas: A Solution to the Border Puzzle. *American Economic Review*, American Economic Association, vol. 93, n. 1, p. 170-192, 2003.

ANDERSON, J.E. A theoretical foundation for the gravity equation. *American Economic Review*, Nashville, v. 69, n. 1, p. 106-116, 1979.

BALTAGI, Badi H. *Econometric Analysis of Panel Data*. John Wiley & Sons Ltd. 4th ed. 2008. 351 p.

BARBIERI, José Carlos. *Desenvolvimento e Meio Ambiente: As estratégias de mudanças da Agenda 21*. 12. ed. Petrópolis: Vozes, 2011.

BARRET, S. Strategic environmental policy and international trade. *Journal of Public Economics*, v. 54, no 3, 1994. p. 325-38.

BERGSTRAND, Jeffrey H. The Heckscher-Ohlin-Samuelson model, the Linder hypothesis, and the determinants of bilateral intra-industry trade. *Economic Journal* v. 100, n. 1, p. 216-229. 1990.

BERGSTRAND, Jeffrey H. The generalized gravity equation, monopolistic competition, and the factor-proportions theory in international trade. *Review of Economics and Statistics*. v. 71, n. 1, p. 143-153, 1989.

BERGSTRAND, Jeffrey H. The gravity equation in international trade: Some microeconomic foundations and empirical evidence. *Review of Economics and Statistics*. v. 67, n. 1, p. 474-481, 1985

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Novo Código Florestal. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm>.

BRASIL. Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965. Código Florestal. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l4771.htm>.

BRASIL. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Política Nacional do Meio Ambiente. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm>.

BRASIL. Lei nº 7.754, de 14 de abril de 1989. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l7754.htm>.

BRASIL. Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989. Lei dos Agrotóxicos. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l7802.htm>.

BRASIL. Medida Provisória nº 1.511, de 25 de julho de 1996. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/mpv/Antigas/1511.htm>.

BRASIL. Projeto de Lei nº 1.876, de 19 de outubro de 1999. Disponível em: <<http://www.camara.gov.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=17338>>.

BUSSE, Matthias. Trade, Environmental Regulations and the World Trade Organization: New Empirical Evidences. World Bank Policy Research Working Paper 3361, July 2004.

CAMERON, A. Colin. TRIVEDI, Pravin K. Microeconometrics: Methods and Applications. Cambridge University Press, 2005. 1034 p.

CAPORALE, Guglielmo. RAULT, Christophe. SOVA, Robert. SOVA, Anamaria. Environmental Regulation and Competitiveness: Evidence from Romania. William Davidson Institute Working Paper, N. 995. June 2010.

CARSON, Rachel. Primavera Silenciosa. Editora Gaia, 1962.

CEPII - Centre d'Estudes Prospectives et d'Informations Internacionales. Distances. Disponível em: <<http://www.cepii.fr/anglaisgraph/bdd/distances.htm>>. Acesso em 16 out. 2013.

CLAY, J. A. World Agriculture and the Environment: a commodity-by-commodity guide to impacts and practices. Island Press. 2004.

COLE, M.A. ELLIOTT, R.J.R. OKUBO, T. Trade, Environmental Regulation and Industrial Mobility: an Industry-level Study of Japan. Discussion Paper Series RIEB, September, 2010.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da Safra Brasileira: Grãos Safra 2010/2011. Quarto levantamento, Janeiro de 2011. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/11_01_06_08_41_56_boletim_graos_4o_lev_safra_2010_2011..pdf>. Acesso em: 15 de janeiro de 2014.

CONSTANTINI, Valeria. CRESPI, Francesco. Environmental regulation and the export dynamics of energy technologies. Ecological Economics. v. 66, p. 447-460, 2008.

COPELAND, Brian R. TAYLOR, M. Scott. North-South Trade and the Environment. The Quarterly Journal of Economics, c. 109, no 3, Ago./1994. p. 755-787.

COSTA, Fernanda Leivas Ferro. ROHLFS, Daniela Bousi. Resíduos de agrotóxicos em alimentos: implicações para saúde pública e meio ambiente. 2010. Disponível em: <<http://www.cpgls.ucg.br/ArquivosUpload/1/File/V%20MOSTRA%20DE%2>

OPRODUO%20CIENTIFICA/SAUDE/52.pdf>. Acesso em: 28 de janeiro de 2014.

DAMS, R. I. Pesticidas: Usos e perigos à saúde e ao meio ambiente. Revista Saúde e Ambiente / Health and Environment Journal, v. 7, n. 2, dez. 2006.

DE SANTIS, Roberta. Impact of environmental regulations on trade in the main EU countries: conflict or synergy? MPRA Paper No. 37756, posted 30. March 2012.

DEARDORFF, A.V. Determinants of bilateral trade: does gravity work in a neoclassical world? In: FRANKEL, Jeffrey A. (Ed.). The regionalization of the world economy. Chicago: University of Chicago, p. 7 - 32, 1998.

EDERINGTON, Josh. MINIER, Jenny. Is Environmental Policy a Secondary Trade Barrier? An Empirical Analysis. Canadian Journal of Economics, v. 36, n. 1, p. 137-154, 2003.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 2013. Disponível em: < <http://www.embrapa.br/>>.

ESTY, D. C.; LEVY, M. A.; KIM, C. H.; DE SHERBININ, A.; SREBOTNJAK, T.; MARA, V. 2008 environmental performance index. New Haven: Yale Center for Environmental Law and Policy, 2008. 318 p.

ESTY, D. C.; LEVY, M. A.; KIM, C. H.; DE SHERBININ, A.; SREBOTNJAK, T.; MARA, V. 2010 environmental performance index. New Haven: Yale Center for Environmental Law and Policy, 2010.

FAO - Food Agricultural Organization of The United Nations. Faostat. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/342/default.aspx>>. Acesso em: 15 out. 2013.

FEIX, R. D. ; MIRANDA, S. H. G. ; BARROS, G. S.A. C. . Regulação ambiental e padrões de comércio internacional no agronegócio sob a perspectiva Norte-Sul. In: XLVII Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural Rural, 2009, Porto Alegre. Anais do XLVII Congresso da SOBER - Desenvolvimento Rural e Sistemas Agroalimentares: os agronegócios no contexto da integração das nações, 2009.

FEIX, R.D., MIRANDA, S.H.G. BARROS, G.S.A.C. Environmental regulation and international trade patterns for agro-industrial under a South-North Perspective. In: 12th Congress of the European Association of Agricultural Economists – EAAE, 2008.

FRANKEL, Jeffrey A. ROSE, Andrew K. Is trade good or bad for the environment? Sorting out the causality. NBER Working Paper Series. 2002.

GUIMARÃES, Guilherme L. Ingestão Diária Aceitável (IDA) e Limite Máximo de Resíduos (LMR). 10º Encontro Fiscalização e Seminário Nacional sobre Agrotóxicos - ENFISA. Curitiba, 18 de Junho de 2012.

GREENE, W. H. Econometric analysis. 6. ed. New Jersey: Prentice Hall, 2008. 1178 p.

HARRIS, Mark, KONYA, Laszlo. MATYAS, Laszlo. Modelling the Impact of Environmental Regulations on Bilateral Trade Flows: OECD, 1990-96, World Economy, v. 25, n. 3, p. 387-405, 2002.

HELPMAN, Elhanan. Imperfect Competition and International Trade: Evidence from Fourteen Industrial Countries. *Journal of the Japanese and International Economies*. No. 1, 1987. p. 62-81.

HONDA, Keiichiro. The effect of EU environmental regulation on international trade: restriction of hazardous substance as a trade barrier. IDE Discussion Paper. n. 341, 2012.

ITC - International Trade Center. Market Access Map. Disponível em: <<http://www.intracen.org/menus/countries.htm>>. Acesso em: 16 out. 2013.

JABBOUR, Charbel José Chiapetta. TEIXEIRA, Adriano Alves. JABBOUR, Ana Beatriz Lopes de Sousa. FREITAS, Wesley Ricardo de Souza. "Verdes e Competitivas"? A influência da Gestão Ambiental no Desempenho Operacional de Empresas Brasileiras. *São Paulo: Ambiente & Sociedade*. v. XV, n. 2, mai.-ago. 2012. p. 151-172.

JUG, Jerneja. MIRZA, Daniel. Environmental Regulations in Gravity Equations: Evidence from Europe. *The World Economy*, v. 28, n. 11, p. 1591-1615, November 2005.

JURAS, Ilidia A.G.M. Uso de Instrumentos Econômicos para a Gestão Ambiental: países da OCDE e América Latina. Estudo da Consultoria Legislativa. Câmara dos Deputados. Maio 2009.

KHEDER, Sonia Ben Kheder. ZUGRAVU, Natalia. Environmental regulation and French firms location abroad: An economic geography model in an international comparative study. *Ecological Economics*, v. 77, p. 48–61, 2012.

KRUGMAM, P. R.; OBSTEFELD, M. *Economia Internacional: Teoria e Política*. São Paulo: Makron Books, 2005. 807 p.

LEAL, G.C.S.G. et al. O processo de Industrialização e seus impactos no meio ambiente urbano. QUALIT@S Revista Eletrônica. ISSN 1677-4280. V7. N.1. Ano 2008.

LEMOS, J. J. S. Níveis de degradação no nordeste brasileiro. Revista Econômica do Nordeste, Fortaleza, v. 32, n.3 p. 406-429, jul-set.2001.

LEONTIEF, Wassily. Domestic Production and Foreign Trade: The American Capital Position Re-Examined. Proceedings of the American Philosophical Society, v. 97, no 4, Set./1953, p. 332-349.

LEVINSON, A. TAYLOR, M.S. Unmasking the Pollution Haven Effect. International Economic Review. v. 49, n. 1, p. 223-254, February 2008.

LINNEMANN, H. An econometric Study of International Trade Flows. Amsterdam: Horth-Hoand, 1966.

LOTZ, Aaron. ALLEN, Craig R. Social-ecological predictors of global invasions and extinctions. Ecology and Society, v. 18, n. 3, 2013.

LUSTOSA, Maria Cecília Junqueira. et al. Política Ambiental. In: Economia do Meio Ambiente: Teoria e prática. MAY, Peter (org.). 2^a ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 2013. Disponível em: < <http://www.agricultura.gov.br/>>.

MEADOWS, D. MEADOWS, D. RANDERS, J. BEHRENS, W. Limites do crescimento: Um Relatório para o Prejeto do Clube de Roma sobre o Dilema da Humanidade. Perpectiva, São Paulo, 1972. Tradução Ines M. F. Litto.

MENCK, José Deolindo. The Theory of International Trade: back to basics. *Economia Ensaios*, Volume 12, No. 1, dezembro 1997, p. 3-20.

MIDIC - Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio. 2012. Disponível em: <<http://www.desenvolvimento.gov.br/sitio/>>

MIDIC - Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio. Aliceweb. Disponível em: < <http://alicesweb2.mdic.gov.br/>>. Acesso em: 15 de outubro de 2013.

Millennium Ecosystem Assessment. 2005. Disponível em: < <http://www.maweb.org/en/index.aspx>>.

MMA - Ministério do Meio Ambiente. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/>>.

MOREIRA, Sandrina Berthault. Sobre a medição da componente ambiental do desenvolvimento: principais abordagens e indicadores. Editora UFPR: *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, v. 27, p. 121-132, jan./jun. 2013.

OATES, W.E. PALMER, K. PORTNEY, P.R. Environmental regulation and international competitiveness: thinking about the Porter hypothesis. Washington: Resources for the Future, 1993.

OCDE - Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico. 2012. Disponível em: <<http://www.oecd.org/>>.

ONU - Organização das Nações Unidas. Disponível em: < <http://www.onu.org.br/>>.

PERMAN, Roger. Natural Resource and Environmental Economics. Pearson Education Limited, 2011. 712 p.

PETHIG, Rüdiger. Pollution, Welfare, and Environmental Policy in the Theory of Comparative Advantage. *Journal of Environmental Economics and Management*, no 2, 1976, p. 160-169.

PINDYCK, R. S.; RUBINFELD, D. L. *Econometria: modelos e previsões*. 4. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004. 726 p.

PIRES, Camila Faria Braga. Comércio e Meio Ambiente e a Organização Mundial do Comércio. In: *Revista Eletrônica de Direito Internacional* (online).

BRANT, Leonardo Nemer Caldeira (Org.). v. 1. Belo Horizonte: CEDIN, 2007.

PNUD - Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. Metas do desenvolvimento do Milênio. 2000. Disponível em: <<http://www.pnud.org.br/ODM.aspx>>.

PORTER, M.E. VAN DER LINDE, C. Green and competitive: ending the stalemate, *Harvard Business Review*, September-October 1995, p. 120-134.

POYHONEN, P. A tentative model for the volume of trade between countries. *Weltwirtschaftliches Archiv*, v. 90, p. 93-99.1963.

QUEIROZ, Fábio Albergaria de. Meio Ambiente e comércio internacional: Relação Sustentável ou opostos inconciliáveis? *Argumentos ambientalistas e pró-comércio do debate*. Contexto Internacional, Rio de Janeiro, vol. 31, no 2, maio/agosto 2009, p. 251-283.

QUIROGA, Miguel. STERNER, Thomas. PERSSON, Martin. Have Countries with Lax Environmental Regulations a Comparative Advantage in Polluting Industries? Working Papers in Economics. No 412. November, 2009.

ROMEIRO, Ademar Ribeiro. Economia ou Política da sustentabilidade. In: Economia do Meio Ambiente: Teoria e prática. MAY, Peter (org.). 2ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.

SANTOS SILVA, J.M.C.; TENREYRO, S. The log of gravity. The Review of Economics and Statistics, Cambridge, v. 88, n. 4, 2006.

SILVA, Orlando Roque de. SANTOS, Fernando de Almeida. Tecnologias Limpas nas Micro e Pequenas Empresas: Evidências Empíricas sobre o impacto das regulamentações Ambientais. Revista Científica Hermes, v. 3, 2010, p. 24-36.

SIMPSON, R.D. BRADFORD, R.L. Taxing variable cost: environmental regulation as industrial policy. Journal of Environmental Economics and Management, v. 30, 1996. p. 282-300.

SINDAG - Sindicato Nacional das Empresas de Aviação Agrícola. Disponível em: <<http://www.sindag.org.br/web/site/xhtml/content/home/default.aspx>>. Acesso em: 20 nov. 2013.

SOLOW, R. The economics of Resources or the Resources of Economics. American Economic Review, 64 (2): 1-14, 1974.

TEEB - The Economics of Ecosystem and Biodiversity for National and International Policy Makers. Summary: Responding to the Value of Nature, 2009.

TINBERGEN, J. Shaping the world economy: suggestions for an international economic policy. New York: TwentiethCenturyFund, 1962. 330 p.

UNCOMTRADE - United Nations Commodity Trade Statistics Database. Disponível em: <<http://comtrade.un.org/db/>>. Acesso em: 15 out. 2013.

UNESCO - Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura. Disponível em: < <http://www.unesco.org/new/pt/brasil>/>.

VAN BEERS, C. e VAN DEN BERGH, J.C.J.M. An Empirical Multi-Country Analysis of the Impact of Environmental Regulations on Foreign Trade Flows. *Kyklos*, v. 50, n. 1, p. 29-46, 1997.

VEIGA, Marcelo M. (In) Eficiência econômica e ambiental da Convenção da Basiléia. *Revista de Administração*, São Paulo, v.42, n.2, p.128-140, abr./maio/jun. 2007.

WHO - World Health Organization. Preventing Disease Through Healthy Environments: Towards an estimate of the environmental burden of disease. WHO Library, 2006. Disponível em: < http://www.who.int/quantifying_ehimpacts/publications/preventingdisease.pdf >.

WOOD, Stanley. SEBASTIAN, Kate. SCHERR, Sara J. Pilot Analysis of Global Ecosystems: Agroecosystems. International Food Policy Research Institute and World Resources Institute, 2000. 94 p.

WOOLDRIDGE, J. M. Econometric analysis of cross section and panel data. Cambridge, MA: MITPress, 2002.

WOOLDRIDGE, J. M. Introdução à econometria: uma abordagem moderna. 2. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2008. 684 p.

WORLD BANK. World Development Report: Agriculture for Development. 2008. Disponível em:
<<http://siteresources.worldbank.org/INTWDRS/Resources/477365-1327599046334/8394679-1327614067045/WDROver2008-ENG.pdf>>. Acesso em: 10 out. 2013.

WTO - World Trade Organization. Documents online. Disponível em:
<http://docsonline.wto.org/FormsLogin.asp?/gen_home.asp?language=1&_=1>. Acesso em: 15 out. 2013.

XU, Xinpeng. International Trade and Environmental Regulation: Time Series Evidence and Cross Section Test. Environmental and Resource Economics, v. 17, p. 233–257, 2000.

ZHOU, P. ANG, B.W. POH, K.L. Measuring environmental performance under different environmental DEA technologies. Energy Economics, v. 30, 2008, p. 1–14.

ANEXOS

ANEXO A

Demonstrações das equações teóricas do modelo de Anderson e van Wincoop (2003, 2004)

Os autores desenvolveram uma justificativa teórica detalhada para a equação gravitacional, haja vista que a literatura anterior não fornece uma teoria detalhada para o mesmo. A principal contribuição do estudo é a inserção teórica do termo de resistência multilateral.

Assim, a equação gravitacional é decomposta em três elementos: i) o comércio bilateral entre os países i e j ; ii) as i 's resistências ao comércio com todos os países; iii) as j 's resistências ao comércio com todos os países. Além disso, são feitas duas pressuposições: i) todos os bens são diferenciados por lugar de origem e cada região é especializada na produção de somente um bem; ii) as preferências são homotéticas e idênticas, aproximadas por uma função de utilidade CES $\left[U(x, y) = (\alpha x^\rho + (1 - \alpha)y^\rho)^{\frac{1}{\rho}} \right]$.

Assumindo que:

- i) c_{ij} é o consumo do país j dos bens da região i ;
- ii) σ é a elasticidade de substituição de todos os bens;
- iii) β_i é um parâmetro de distribuição positivo;
- iv) Y_j é a renda nominal dos residentes da região j ;
- v) p_{ij} é o preço dos bens da região i para os consumidores da região j . Os preços diferem entre os países devido aos custos de comércio. $p_{ij} = p_i t_{ij}$, onde p_i é o preço de oferta do exportador e t_{ij} é o custo de comércio.
- vi) Para cada bem enviado de i para j , o exportador incorre em custos de exportação iguais a $(t_{ij} - 1)$ para os bens de i . Os exportadores repassam esses custos aos importadores.
- vii) o valor nominal das exportações de i para j é a soma do valor da produção na origem, $(p_i c_{ij})$, e os custos de comércio que o exportador passa ao importador, $(t_{ij} - 1)p_i c_{ij}$. Então:

$$\begin{aligned}
x_{ij} &= p_i c_{ij} + (t_{ij} - 1)p_i c_{ij} \\
x_{ij} &= p_i c_{ij} + t_{ij} p_i c_{ij} - p_i c_{ij} \\
x_{ij} &= t_{ij} p_i c_{ij} \\
x_{ij} &= p_{ij} c_{ij}
\end{aligned} \tag{A.1}$$

viii) A renda da região i é, então, $Y_i = \sum_j x_{ij}$, que é o valor nominal das exportações de i para j .

Os consumidores da região j , resolvem o seguinte problema de maximização de sua utilidade.

$$\max \left(\sum_i \beta_i^{\frac{1-\sigma}{\sigma}} c_{ij}^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} \right)^{\frac{\sigma}{\sigma-1}} \tag{A.2}$$

$$\text{sa. } \sum_i p_{ij} c_{ij} = Y_j \tag{A.3}$$

Resolvendo o Lagrangeano da maximização considerando $i=1,2$, tem-se:

$$L = \left(\beta_1^{\frac{1-\sigma}{\sigma}} c_{1j}^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} + \beta_2^{\frac{1-\sigma}{\sigma}} c_{2j}^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} \right)^{\frac{\sigma}{\sigma-1}} + \lambda (Y_j - p_{1j} c_{1j} - p_{2j} c_{2j})$$

$$\begin{aligned}
\frac{\partial L}{\partial c_{1j}} &= \frac{\sigma}{\sigma-1} \left(\beta_1^{\frac{1-\sigma}{\sigma}} c_{1j}^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} + \beta_2^{\frac{1-\sigma}{\sigma}} c_{2j}^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} \right)^{\frac{\sigma}{\sigma-1}-1} \left(\frac{\sigma-1}{\sigma} \beta_1^{\frac{1-\sigma}{\sigma}} c_{1j}^{\frac{\sigma-1}{\sigma}-1} \right) \\
&\quad - \lambda p_{1j} = 0
\end{aligned} \tag{A.4}$$

$$\begin{aligned}
\frac{\partial L}{\partial c_{2j}} &= \frac{\sigma}{\sigma-1} \left(\beta_1^{\frac{1-\sigma}{\sigma}} c_{1j}^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} + \beta_2^{\frac{1-\sigma}{\sigma}} c_{2j}^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} \right)^{\frac{\sigma}{\sigma-1}-1} \left(\frac{\sigma-1}{\sigma} \beta_2^{\frac{1-\sigma}{\sigma}} c_{2j}^{\frac{\sigma-1}{\sigma}-1} \right) \\
&\quad - \lambda p_{2j} = 0
\end{aligned} \tag{A.5}$$

$$\frac{\partial L}{\partial \lambda} = Y_j - p_{1j} c_{1j} - p_{2j} c_{2j} = 0 \tag{A.6}$$

De (A.4) tem-se:

λ

$$= \frac{\frac{\sigma}{(\sigma-1)} \left(\beta_1^{\frac{1-\sigma}{\sigma}} c_{1j}^{\frac{(\sigma-1)}{\sigma}} + \beta_2^{\frac{1-\sigma}{\sigma}} c_{2j}^{\frac{(\sigma-1)}{\sigma}} \right)^{\frac{\sigma}{(\sigma-1)-1} \left(\frac{(\sigma-1)}{\sigma} \beta_1^{\frac{1-\sigma}{\sigma}} c_{1j}^{\frac{(\sigma-1)}{\sigma}-1} \right)}{p_{1j}} \quad (\text{A.7})$$

De (A.5) tem-se:

λ

$$= \frac{\frac{\sigma}{(\sigma-1)} \left(\beta_1^{\frac{1-\sigma}{\sigma}} c_{1j}^{\frac{(\sigma-1)}{\sigma}} + \beta_2^{\frac{1-\sigma}{\sigma}} c_{2j}^{\frac{(\sigma-1)}{\sigma}} \right)^{\frac{\sigma}{(\sigma-1)-1} \left(\frac{(\sigma-1)}{\sigma} \beta_2^{\frac{1-\sigma}{\sigma}} c_{2j}^{\frac{(\sigma-1)}{\sigma}-1} \right)}{p_{2j}} \quad (\text{A.8})$$

Igualando (A.7) e (A.8), tem-se:

$$\begin{aligned} & \frac{\frac{\sigma}{(\sigma-1)} \left(\beta_1^{\frac{1-\sigma}{\sigma}} c_{1j}^{\frac{(\sigma-1)}{\sigma}} + \beta_2^{\frac{1-\sigma}{\sigma}} c_{2j}^{\frac{(\sigma-1)}{\sigma}} \right)^{\frac{\sigma}{(\sigma-1)-1} \left(\frac{(\sigma-1)}{\sigma} \beta_1^{\frac{1-\sigma}{\sigma}} c_{1j}^{\frac{(\sigma-1)}{\sigma}-1} \right)}{p_{1j}} \\ &= \frac{\frac{\sigma}{(\sigma-1)} \left(\beta_1^{\frac{1-\sigma}{\sigma}} c_{1j}^{\frac{(\sigma-1)}{\sigma}} + \beta_2^{\frac{1-\sigma}{\sigma}} c_{2j}^{\frac{(\sigma-1)}{\sigma}} \right)^{\frac{\sigma}{(\sigma-1)-1} \left(\frac{(\sigma-1)}{\sigma} \beta_2^{\frac{1-\sigma}{\sigma}} c_{2j}^{\frac{(\sigma-1)}{\sigma}-1} \right)}{p_{2j}} \\ & \frac{\frac{(\sigma-1)}{\sigma} \beta_1^{\frac{1-\sigma}{\sigma}} c_{1j}^{\frac{(\sigma-1)}{\sigma}-1}}{p_{1j}} = \frac{\frac{(\sigma-1)}{\sigma} \beta_2^{\frac{1-\sigma}{\sigma}} c_{2j}^{\frac{(\sigma-1)}{\sigma}-1}}{p_{2j}} \\ & \frac{\beta_1^{\frac{1-\sigma}{\sigma}} c_{1j}^{\frac{1}{\sigma}}}{p_{1j}} = \frac{\beta_2^{\frac{1-\sigma}{\sigma}} c_{2j}^{\frac{1}{\sigma}}}{p_{2j}} \\ & \frac{\beta_1^{\frac{1-\sigma}{\sigma}}}{p_{1j} c_{1j}^{\frac{1}{\sigma}}} = \frac{\beta_2^{\frac{1-\sigma}{\sigma}}}{p_{2j} c_{2j}^{\frac{1}{\sigma}}} \\ & \beta_1^{\frac{1-\sigma}{\sigma}} p_{2j} c_{2j}^{\frac{1}{\sigma}} = \beta_2^{\frac{1-\sigma}{\sigma}} p_{1j} c_{1j}^{\frac{1}{\sigma}} \end{aligned} \quad (\text{A.9})$$

Isolando $c_{2j}^{\frac{1}{\sigma}}$ em (A.9),

$$\begin{aligned}
c_{2j}^{\frac{1}{\sigma}} &= \frac{\beta_2^{\frac{1-\sigma}{\sigma}} p_{1j} c_{1j}^{\frac{1}{\sigma}}}{\beta_1^{\frac{1-\sigma}{\sigma}} p_{2j}} \\
c_{2j}^{\frac{1}{\sigma}} &= \left(\frac{\beta_2}{\beta_1}\right)^{\frac{1-\sigma}{\sigma}} \left(\frac{p_{1j}}{p_{2j}}\right) c_{1j}^{\frac{1}{\sigma}} \\
c_{2j} &= \left[\left(\frac{\beta_2}{\beta_1}\right)^{\frac{1-\sigma}{\sigma}} \left(\frac{p_{1j}}{p_{2j}}\right) c_{1j}^{\frac{1}{\sigma}} \right]^{\sigma} \\
c_{2j} &= \left(\frac{\beta_2}{\beta_1}\right)^{(1-\sigma)} \left(\frac{p_{1j}}{p_{2j}}\right)^{\sigma} c_{1j} \tag{A.10}
\end{aligned}$$

Substituindo (A.10) em (A.6),

$$\begin{aligned}
Y_j - p_{1j}c_{1j} - p_{2j}c_{2j} &= 0 \\
Y_j - p_{1j}c_{1j} - p_{2j} \left[\left(\frac{\beta_2}{\beta_1}\right)^{(1-\sigma)} \left(\frac{p_{1j}}{p_{2j}}\right)^{\sigma} c_{1j} \right] &= 0 \\
Y_j - p_{1j}c_{1j} - p_{2j}^{(1-\sigma)} \left(\frac{\beta_2}{\beta_1}\right)^{(1-\sigma)} c_{1j} p_{1j}^{\sigma} &= 0 \\
Y_j &= c_{1j} \left[p_{1j} - p_{2j}^{(1-\sigma)} \left(\frac{\beta_2}{\beta_1}\right)^{(1-\sigma)} p_{1j}^{\sigma} \right] \\
c_{1j} &= Y_j \frac{1}{p_{1j} + \frac{p_{2j}^{(1-\sigma)} \left(\frac{\beta_2}{\beta_1}\right)^{(1-\sigma)}}{p_{1j}^{\sigma}}} \tag{A.11}
\end{aligned}$$

Sabendo que $x_{ij} = p_{ij}c_{ij}$, logo $c_{1j} = \frac{x_{1j}}{p_{1j}}$. Substituindo c_{1j} em (A.11), tem-se:

$$\frac{x_{1j}}{p_{1j}} = Y_j \frac{1}{p_{1j} + \frac{p_{2j}^{(1-\sigma)}}{p_{1j}^\sigma} \left(\frac{\beta_2}{\beta_1}\right)^{(1-\sigma)}}$$

$$\frac{x_{1j}}{p_{1j}} = Y_j \frac{1}{\frac{p_{1j}^{(1-\sigma)} \beta_1^{(1-\sigma)} + p_{2j}^{(1-\sigma)} \beta_2^{(1-\sigma)}}{\beta_1^{(1-\sigma)} p_{1j}^{-\sigma}}}$$

$$\frac{x_{1j}}{p_{1j}} = Y_j \frac{\beta_1^{(1-\sigma)} p_{1j}^{-\sigma}}{p_{1j}^{(1-\sigma)} \beta_1^{(1-\sigma)} + p_{2j}^{(1-\sigma)} \beta_2^{(1-\sigma)}}$$

Multiplicando os termos dos dois lados da igualdade, tem-se:

$$x_{1j} = Y_j \frac{\beta_1^{(1-\sigma)} p_{1j}^{-\sigma} p_{1j}}{p_{1j}^{(1-\sigma)} \beta_1^{(1-\sigma)} + p_{2j}^{(1-\sigma)} \beta_2^{(1-\sigma)}}$$

$$x_{1j} = Y_j \frac{\beta_1^{(1-\sigma)} p_{1j}^{(1-\sigma)}}{p_{1j}^{(1-\sigma)} \beta_1^{(1-\sigma)} + p_{2j}^{(1-\sigma)} \beta_2^{(1-\sigma)}} \quad (A.12)$$

Aplicando o somatório em (A.12),

$$x_{1j} = Y_j \frac{(\beta_1 p_{1j})^{(1-\sigma)}}{\sum_{i=1}^2 (\beta_i p_{ij})^{(1-\sigma)}} \quad (A.13)$$

Substituindo $p_{ij}=p_i t_{ij}$ em (A.13),

$$x_{1j} = Y_j \frac{(\beta_1 p_1 t_{1j})^{(1-\sigma)}}{\sum_{i=1}^2 (\beta_i p_i t_{ij})^{(1-\sigma)}} \quad (A.14)$$

em que,

$$P_j = \left[\sum_{i=1}^2 (\beta_i p_i t_{ij})^{(1-\sigma)} \right]^{\frac{1}{(1-\sigma)}} \quad (A.15)$$

Assim,

$$x_{1j} = \left(\frac{\beta_1 p_1 t_{1j}}{P_j} \right)^{(1-\sigma)} Y_j \quad (A.16)$$

Generalizando a equação (A.16) para $i=1,2,\dots,n$, tem-se:

$$x_{ij} = \left(\frac{\beta_i p_i t_{ij}}{P_j} \right)^{(1-\sigma)} Y_j \quad (A.17)$$

O equilíbrio de mercado implica em:

$$\begin{aligned} Y_i &= \sum_j x_{ij} = \sum_j \left(\left(\frac{\beta_i p_i t_{ij}}{P_j} \right)^{(1-\sigma)} Y_j \right), \quad \forall_i \\ Y_i &= (\beta_i p_i)^{(1-\sigma)} \sum_j \left(\left(\frac{t_{ij}}{P_j} \right)^{(1-\sigma)} Y_j \right), \quad \forall_i \end{aligned} \quad (A.18)$$

Considerando-se as equações (A.15), (A.16) e (A.18), obtém-se:

$$\beta_i p_i P_i = \theta_i^{\frac{1}{(1-\sigma)}}; \forall_i \quad (A.19)$$

Onde $\theta_i = \frac{Y_i}{Y^w}$ é a parcela da renda da i -ésima região, na renda mundial ($Y^w = \sum_j Y_j$), dado que $t_{ij} = t_{ji}$. Um θ_i grande indica um grande valor de vendas em i . Isto implica em, para um dado parâmetro de preferência β_i , o p_i é baixo, ou seja, quanto menor o preço de oferta do país i , (p_i), maior será o valor de vendas, que em suma, implica um θ grande. Além disso, altas barreiras ao comércio, em função da alta resistência multilateral (P_i), implica em demanda menor pelos bens de i , reduzindo seu preço de oferta.

De (A.19), tem-se:

$$\begin{aligned}\beta_i p_i P_i &= \theta_i^{\frac{1}{(1-\sigma)}} \\ \beta_i p_i P_i &= \left(\frac{Y_i}{Y^w}\right)^{\frac{1}{(1-\sigma)}} \\ \beta_i p_i &= (Y_i Y_w^{-1})^{\frac{1}{(1-\sigma)}} P_i^{-1}\end{aligned}$$

Substituindo em (A.17),

$$\begin{aligned}x_{ij} &= \left(\frac{\beta_i p_i t_{ij}}{P_j}\right)^{(1-\sigma)} Y_j \\ x_{ij} &= \left(\frac{\left(\left(Y_i Y_w^{-1}\right)^{\frac{1}{(1-\sigma)}} P_i^{-1}\right) t_{ij}}{P_j}\right)^{(1-\sigma)} Y_j \\ x_{ij} &= \frac{Y_i P_i^{-1(1-\sigma)} t_{ij}^{(1-\sigma)}}{Y^w P_j^{(1-\sigma)}} Y_j \\ x_{ij} &= \left(\frac{Y_i Y_j}{Y^w}\right) \left(\frac{t_{ij}}{P_i P_j}\right)^{(1-\sigma)}\end{aligned}\tag{A.20}$$

E substituindo (A.19) em (A.15), tem-se:

$$\begin{aligned}P_j &= \left[\sum_i (\beta_i p_i t_{ij})^{(1-\sigma)}\right]^{\frac{1}{(1-\sigma)}} \\ P_j &= \left[\sum_i \left(\left(\left(\theta_i\right)^{\frac{1}{(1-\sigma)}} P_i^{-1}\right) t_{ij}\right)^{(1-\sigma)}\right]^{\frac{1}{(1-\sigma)}} \\ P_j &= \left[\sum_i (\theta_i P_i^{(\sigma-1)} t_{ij}^{(1-\sigma)})\right]^{\frac{1}{(1-\sigma)}}\end{aligned}$$

Elevando os dois lados da igualdade a $(1 - \sigma)$,

$$P_j^{(1-\sigma)} = \sum_i (\theta_i P_i^{(\sigma-1)} t_{ij}^{(1-\sigma)}), \quad (A.21)$$

que é o índice de preços em função das barreiras multilaterais ao comércio.

O modelo gravitacional considerando as barreiras multilaterais ao comércio é dado pelas equações (A.20) e (A.21). Isto implica dizer que o comércio bilateral depende das barreiras ao comércio i e j , dividido pelo produto de sua resistência multilateral ao comércio.

O último ponto discutido pelos autores na teorização do modelo gravitacional é o fator não observável de custo de comércio (t_{ij}). Os autores assumem que t_{ij} é uma função log-linear da distância bilateral (d_{ij}) e da existência de fronteira entre i e j (b_{ij}).

$$t_{ij} = b_{ij} d_{ij}^\rho \quad (A.22)$$

em que, b_{ij} assume valor 1 se i e j não são separados por uma fronteira internacional, e em caso contrário, b_{ij} é igual a um mais a tarifa equivalente à barreira fronteiriça entre os países.