

VARIAÇÕES DE GASES DO EFEITO ESTUFA (GEE): Um estudo por meio da decomposição da matriz insumo – produto do mundo de 1995 a 2009

FABIANO PRADO PEDROSO

Mestre em Economia pela UEL, Professor da UNESPAR - Universidade Estadual do Paraná, Apucarana (PR).
E-mail: fabianopedroso@ymail.com

IRENE DOMENES ZAPPAROLI

Graduação em Economia pela UEL , mestrado em Economia Rural pela UFRGS . Doutorado em Educação: História, Política, Sociedade e Ciências Sociais pela PUC/SP . Professora Associada do Departamento de Economia e do Programa de Mestrado em Economia Regional pela UEL.
E-mail: zapparoli@onda.com.br

PAULO CRUZ CORREIA

Graduado em Economia e Administração pela Universidade Estadual do Paraná, Especialista em Economia de Empresas, Mestre em Economia Industrial pela UFSC, Doutor em Desenvolvimento Econômico pela UFRGS/Porto Alegre/RS, professor da UNESPAR/Apucarana/PR.
E-mail: correiapc@yahoo.com.br

AIRTON JOSÉ VEGETTE

Graduado em economia pela Faculdade de Ciências Econômicas da PUC, Licenciatura Plena em Administração, Pós Graduação em Direito Civil, professor universitário de Economia na área de Relações Internacionais, Consultor Empresarial
E-mail: airtonvegette@hotmail.com

RESUMO

O acréscimo de temperatura global tem estimulado pesquisas sobre o comportamento das emissões dos Gases do Efeito Estufa (GEE). A relação das emissões com a produção econômica é fato devido aos usos de energia não renováveis e outros processos emissores. A Matriz Insumo Produto (MIP) dos países do mundo disposta em portais como o World Input Output Data base (WIOD) é fonte de dados para estudos que buscam explicar as emissões a partir da produção nacional. Adotando 41 regiões do mundo, os 8 GEE e o período de 1995 a 2009 o

objetivo é explicar as variações das emissões no período sob a análise dos efeitos da decomposição da MIP. O método de estática comparativa *Structural Decomposition Analysis* (SDA) é capaz de demonstrar os efeitos intensidade, tecnologia, variação e estrutura da demanda. O impacto do protocolo de Quioto com o incentivo para as políticas de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MPL) faz o resultado esperado ser negativo para variações dos dois primeiros efeitos, porém para os outros dois efeitos espera-se positivo, porque o crescimento econômico vai de encontro a redução de emissões.

Palavras-chave: Gases do Efeito Estufa (GEE). Matriz ambiental insumo-produto. Decomposição estrutural.

ABSTRACT

The global temperature increase has stimulated research into the behavior of emissions of Greenhouse Effect Gases (GHG). The ratio of emissions to economic output is actually due to non-renewable energy use and other issuers processes. The Input Matrix Product (MIP) of the world's countries willing portals such as the World Input Output Data base (WIOD) is the data source for studies that seek to explain the emissions from domestic production. Adopting 41 regions, 8 GHGs and the period 1995-2009 the aim is to explain the variations in emissions in the period under consideration of the effects of decomposition of the MIP. The comparative static method Structural Decomposition Analysis (SDA) is able to demonstrate the effects intensity, technology, variation and demand structure. The impact of the Kyoto Protocol with the incentive for the Clean Development Mechanism policy (MPL) is the result expected to be negative for variations of the first two effects, however, for the other two effects expected positive because the economic growth goes again to reducing emissions.

Keywords: Greenhouse Gases (GHG). environmental matrix input-output. structural decomposition.

1. INTRODUÇÃO

O processo de complementação do capital natural e produzido, ou vice-versa obedece a princípios, desígnios e estratégias que são fixados pela própria tecnologia econômica de produção. Esta tecnologia os transforma em bens e serviços para satisfazerem as necessidades humanas e devolvê-los à origem na forma de resíduos sólidos, líquidos e gasosos. O objetivo geral é o de estimar e identificar as variações de emissões dos GEE sobre os quatro efeitos da decomposição estrutural da Matriz Insumo-Produto (MIP) mundial: intensidade, tecnologia, variação e estrutura da demanda, no período de 1995 - 2009.

Os procedimentos metodológicos consistem em decompor a Matriz de Insumo-Produto dentro da amostra de 40 países e o ROW, no período de 1995 a 2009, dispostas no World Input Output Database (WIOD). A decomposição da MIP vem desvendar como o crescimento econômico impactou as emissões mundiais pela emissão dos gases, que se constituem, atualmente, nas causas das preocupações climáticas. A influência das relações econômicas mundiais pode ser desdobrada pelos quatro efeitos econômicos, intensidade, tecnologia, variação e estrutura da demanda.

A pesquisa justifica-se ao analisar os oito gases do efeito estufa e perceber se a perspectiva mundial na redução de

emissões atingem as metas de redução previstas, uma vez que outros poluentes mais nocivos como monóxido de carbono pode estar aumentando consideravelmente. As estratégias como GHG Protocol, protocolo de Quioto e outras políticas individuais estão reduzindo as emissões em amplitude menor que o próprio crescimento econômico, este que se traduz ao desagregar os quatro efeitos da decomposição da MIP.

O texto está dividido em cinco seções. A segunda seção apresenta brevemente a abordagem teórico envolvendo a decomposição estrutural da matriz – insumo produto. A terceira seção apresenta os procedimentos metodológicos. A quarta seção mostra os resultados e discussões, incluindo a configuração das nações em busca da readequação às exigências do protocolo de Quioto. Por fim, são apresentadas algumas considerações finais e proposições.

2. ASPECTOS TEÓRICOS E DA CONCEPÇÃO DO PROBLEMA DE PESQUISA

2.1. Decomposição Estrutural da Matriz Insumo – produto (mip).

Wachsmann (2005), avaliou a variação do PIB com o consumo energético do Brasil e consecutivamente comparou ao número de emissões de CO₂ pelo país, geradas no período de 1970 a 1996. Foi utilizado dois índices agregativos, Marshall-Edgeworth e Divisia, para melhor representar as variações das influências dos

seguintes efeitos: efeito intensidade, Leontief, composição da demanda final e destinação da demanda final; efeito atividade, crescimento populacional indireto e consumo residencial *per capita*; e, também do PIB. As principais constatações estão representadas na Tabela 1.

Tabela 1 - Os efeitos da decomposição da MIP no Brasil, 1970–1996, em milhões de toneladas:

Índice	Efeito Intensidade	Efeito Leontief	Consumo Residencial	PIB Per capita	Variação Demanda	Total
Marshall	-10,4	25,29	-1,6	-5,64	47,66	106,14
Divisia	-2,2	19,22	6,11	-1,11	36,11	100

Fonte: Adaptada de Waschmann(2010).

Os resultados da decomposição estrutural das mudanças apenas consideram as emissões que resultam do uso das fontes energéticas nas emissões de CO₂. O estudo desagrega a economia em 42 atividades e 80 produtos durante os 26 anos em estudo (WASCHSMANN, 2010).

Wadeskog (2003), em sua análise da decomposição, com base em dados das contas ambientais, foi realizada na Europa no período 1987-1998, foram analisados: as emissões de CO₂, os resíduos e as emissões ácidas. Para todas as variáveis, mas especialmente para o CO₂, o aumento do volume foi o fator que fez pressão às preocupações ambientais, enquanto as mudanças na estrutura industrial não foram tão significativas. Os casos da acidificação e de resíduos sólidos mostram como a eficiência, os ganhos nas mudanças estruturais ultrapassadas, que o volume das

emissões aumentou e os resíduos de ácido, diminuíram significativamente entre 1987 e 1997-1998 o que leva a entender que a redução de resíduos parece ser causada pelo aumento da incineração desses.

Com base no trabalho realizado por Haan (2003), apud Wadeskog (2003), decidiu-se utilizar das seguintes abordagens por meio do método de 'estática comparativa Structural Decomposition Analysis (SDA), para a decomposição dos dados suecos:

- i) Análise baseada SDA, sobre as emissões de CO₂, calculados através de dados de NO_x e de SO₂ das Contas de Meio Ambiente;
- ii) Análise baseada SDA, com base no uso de combustível e fatores de emissão para calcular as emissões;
- iii) Análise baseada SDA, com base no Valor Adicionado e uso de combustível semelhante ao que foi feito por Harris (2002).

Conforme Wadeskog (2003), o primeiro e o segundo conjunto de resultados, conforme apresentados na tabela 2, mostram as mudanças nas emissões de CO₂ para os dois períodos, no total final da demanda e para o consumo de exportação privada.

A seguir apresenta-se a tabela de Influência dos efeitos da decomposição de exportação, 1993-1995 e 1997-1999.

Tabela 2 - Influência dos efeitos da decomposição de exportação, 1993-1995 e 1997-1999.

Exportação privada	Intensidade de emissão	Mudança real em outros países	Volume demanda final
Exportação (1993-1995)	685	1835	5.064
Exportação (1997-1999)	-621	1938	4.030

Fonte: Adaptada de Wadeskog (2003).

Peters (2007), adotou uma abordagem macroeconômica para decomposição estrutural, através de dados de institutos nacionais de estatística, para investigar as causas do recente aumento das emissões de CO₂ da China. O boom em larga escala na fabricação levou a um aumento do consumo de combustíveis intensivos em carbono. O consumo de energia primária, pela China, praticamente dobrou, em 2002, foi 1.482 milhões de toneladas de carvão mineral equivalência (Mtce); e, em 2007, foi de 2.656 Mtce, refletindo crescimento exponencial do consumo de energia não renovável.

De 2002 a 2005, os serviços públicos contribuíram com 321 MillionMetricTonsCarbonEquivalen (MMT), (21%) do crescimento global das emissões relacionadas à produção; e, 115 MMT, (36%) de aumento das emissões orientada pelos serviços, ocorreu para atender à demanda pelo consumo das famílias urbanas, enquanto 108 MMT, (34%) foram de gastos

governamentais. Os 98 MMT, (30%) restantes, foram para atender a demanda por serviço de investimento; e, capital de exportação para indústrias.

Do aumento relacionado com o urbano das famílias (115 MMT), relacionados aos serviços de saúde e de assistência social, telecomunicações; e, serviços de tecnologia da informação e transporte público; foram os maiores condutores, respectivamente contribuindo 45 MMT, (39%); 28 MMT, (24%); e, 24 MMT, (21%); (PETERS, 2007).

O crescimento das exportações chinesas entre 2002 e 2005, é a principal causa do crescimento das emissões de China (PETERS, 2007). Weitzel (2014), calculou as emissões geradas pelo fluxo intersetorial da MIP chinesa; observando as exportações da China para o mundo, através de uma desagregação espacial e um tratamento do setor de processamento da exportação. O modelo espacial identifica o comércio interprovincial; e, discute as emissões através dos responsáveis por elas. Para o ano de 1997, o resultado era que: 19% das emissões nacionais são originadas das exportações, estimadas pelo modelo agregado. Ao estimar através de um modelo regional desagregado, as emissões oriundas das exportações, totalizam 16,4%.

Para um modelo regional, o comércio interprovincial importa; e, não compensa a intensidade de emissão (WEITZEL, 2014). Isto também tende a deslocar a distribuição regional de emissões adicionado à

exportação, para longe das províncias costeiras. Este efeito é forte quando a emissão causada pela eletricidade utilizada baseia-se na média da intensidade de emissão das redes regionais.

Hetherington (1996), utilizou um modelo de insumo-produto híbrido para o crescimento das emissões de CO₂, pelo efeito intensidade em 101 grupos industriais do Reino Unido para o ano de 1984. Para as emissões causadas por combustíveis fósseis, os resultados mostraram que os setores de eletricidade, cimento, ferro e aço, fibras sintéticas; e, extração de carvão apresentaram maior efeito intensidade na geração de carbono.

2.1.1 Da Dedução do Efeito Estufa

Os sistemas fechados, como a biosfera, trocam com o meio externo energia, mas não matéria. A matéria circula no sistema interno, porque não há entrada nem saída de matéria do mesmo. Para esclarecimento do contexto empiricamente são irrisórios os casos de meteoros que entram, ou de foguetes que não voltam (SCHWARZ, 2011).

O metabolismo constitui-se por leis naturais que governam sobre os vários processos físicos, envolvidos na resiliência da matéria rejeitada. Outra noção sobre metabolismo é a de que, a ocorrência do mesmo é indispensável para a permanência dos estoques de recursos, necessários para a manutenção da vida; e, consecutivamente

da economia no sistema terrestre (VEIGA, 2009).

O balanço de massa global é capaz de computar as quantidades totais dos fluxos em um processo. Portanto, para um sistema fechado, a soma dos balanços individuais constitui o balanço global. O balanço de massa deve ser amparado em alguma base, a qual é denominada Base de Cálculo (BC). A Base de Cálculo representa a âncora sobre a qual são determinadas as quantidades desconhecidas do problema. A problemática do balanço de massa, é a de determinar o valor de massa mórbida, a qual não circula pelos processos naturais e sim está acumulada (BARRY, 2009).

Em todo balanço a primeira tarefa a ser adotada é compreender as origens, destinos e transformações, as quais as correntes de massas estão sujeitas. Tratando-se dos fluxos de resíduos gasosos, de acordo com Timmer (2012), a grande parte das emissões atmosféricas resultantes nas categorias de impacto; do aquecimento global, como a acidificação e a formação de ozônio troposférico; são originados a partir de gases emitidos no processo de uso de energia. As emissões são estimadas a partir de contas de energia. Em suma implica o uso de dados de atividades; e, fatores de emissão, seguindo a fórmula geral:

$$E=AR*EF \quad (1)$$

O termo (AR), a taxa de atividade, significa o nível de utilização de geradores de energia. Essa matéria, geradora de energia, se transforma em dois distintos fluxos:

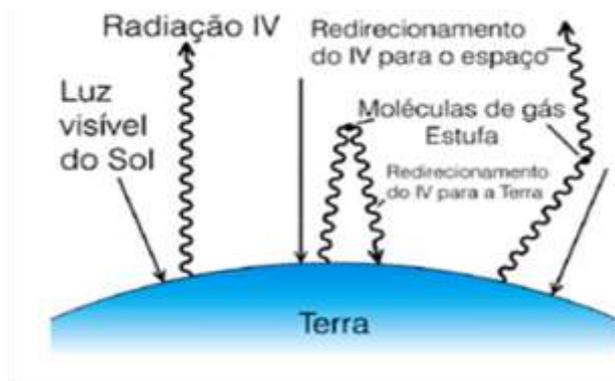
energia e resíduos. A emissão (E), é obtida pela multiplicação de uma determinada atividade, medida pelo valor da produção de energia, pelo fator de emissão (EF), e este fator é obtido através de técnicas laboratoriais, exclusivas para cada fonte de energia (HARE, 2003). Retornando ao balanço de massa global, a BC é obtida pela equação a seguir.

$$\sum F_{(ENTRAM)} - \sum F_{(SAEM)} = M_{(ACUMULADA)} \quad (2)$$

Os fluxos F de massa representam kg/h, ou seja, quantidade por tempo. O volume de massa mórbida (M), é a diferença entre as massas em transi. Os balanços de massas são ditos em Estado Estacionário (SteadyState), quando não apresentam termo de acúmulo, ou seja, o conteúdo do sistema não apresenta variação ao longo do tempo. Em caso contrário é reconhecido como estado transiente (BARRY, 2009).

O paradigma entre o acúmulo de emissões, com a produção econômica, é causado quando a econômica dita o volume de energia a ser gerada; com intenção de suprir a demanda da sociedade. A consequência desse transi desequilibrado de energia e resíduo gasoso, é observado no acúmulo de GEE na atmosfera. Observe na Figura 01, o efeito estufa causado pelas moléculas de gases oriundos principalmente da queima de combustíveis.

Figura 01 – Esquema de funcionamento do efeito estufa:



Fonte: MOZETO, (2001).

Os GEE considerados como causadores do efeito estufa, tomados como objeto deste estudo são: dióxido de carbono (CO₂), monóxido de carbono (CO), metano (CH₄), óxidos de nitrogênio (NO_x), óxido nitroso (N₂O), óxidos de enxofre (SO_x), non-methanevolatileorganiccompounds (NMVOC); e, a amônia (NH₃).

O Tratado de Quioto, em 1997, formou as ações de diversos países, com base em instrumentos econômicos de mitigação da emissão dos GEE. O Protocolo determinou a meta, para os países desenvolvidos reduzirem suas emissões de CO₂, em pelo menos 5,2% até 2012, baseando-se nos indicadores de 1990. Os países em desenvolvimento como o Brasil, precisam apresentar um inventário de suas emissões (ONU, 1997).

O pós Quioto, foi realizada em Montreal, Canadá, em 16 de fevereiro de 2005. As metas se pautavam nas perspectivas para o

segundo período do acordo, pós 2012. As associações ambientais da Europa, apontam para a necessidade de redução de 20 a 30%, das emissões de GEE, com base no ano de 1990, até 2030; e, de 60% a 80%, até 2050 (BRASIL, 2009). Outro destaque foi a importância dada aos países em desenvolvimento, principalmente: China, Índia e Brasil, na prevenção dos impactos provenientes do aquecimento global (PEREIRA; GUTIERREZ, 2009; SILVA; ZAPPAROLI, 2014).

As iniciativas do protocolo de Quioto, geraram aplicações nos relatórios e questionários de outras iniciativas como em CarbonDisclosure Project (CDP). As informações geradas nos inventários, servem ao Índice Bovespa de Sustentabilidade Empresarial (ISE); e, Global Reporting Initiative (GRI). Esses mecanismos combatem o crescimento da temperatura mundial, através de redução de emissões de GEE para a atmosfera (PROTOCOL, 2005).

A década 2001-2010, foi a que mais contribuiu com o aquecimento global desde 1880. Tal aquecimento tem sido notado, pela diminuição de dias e noites frias. Observou-se nos Estados Unidos, recordes diários de crescimento de temperatura no período de 2000 a 2009. Enquanto, o registro mostra que algumas partes do mundo, estão se aquecendo mais rápido do que outras, a tendência global ascendente de longo prazo é inequívoca (COX, 2000).

Para Root (2003); e, Cox (2000) e, também conforme os dados de CCKP (2015), duas

informações são observadas em seus trabalhos; e, comprovadas por meio de dados de temperaturas no mundo: a primeira, nas décadas antes do ano 2000, comparado com a década de 2000 a 2009, ocorreram 17 deslocamentos de países, ou seja, cresceram as temperaturas; a segunda informação constatada, considerando trabalhos diversos, é o consenso de que a causa é o efeito estufa.

3.DEFINIÇÃO DOS ASPECTOS METODOLÓGICOS

A SDA compõe-se de métodos estáticos de comparação, que se baseiam em dados históricos de dois, ou mais períodos para determinar a contribuição das mudanças nos determinantes sobre a alteração nos indicadores. Ela está amparada nas informações originadas por meio das tabelas de insumo-produto (WACHSMANN, 2005).

Esta metodologia está sendo utilizada, para identificar as fontes de variação dos gases do efeito estufa no mundo. Neste trabalho utiliza-se a metodologia de Wier e Hasler (1999); Jacobsen (2000); e, Haan (2001), para realizar a Análise de Decomposição Estrutural e mostrar a variação das emissões de todos os GEE, para 40 países; e, umaregião denominada Resto of World (ROW) representando os países não identificados, conforme a Tabela 3.

A seguir apresenta-se a Configuração dos Dados e Populações dos Países em Estudo, 2015:

Tabela 3 – Configuração dos Dados e :
Populações dos Países em Estudo, 2015:

ID.	Sigla	País	População	ID.	Sigla	País	População
Europa				Europa			
1	AUT	Áustria	8.230.692	23	PRT	Portugal	10.239.736
2	BEL	Bélgica	10.366.073	24	ROM	Romênia	23.700.528
3	BGR	Bulgária	9.350.371	25	SVK	Eslováquia	5.530.905
4	CYP	Chipre	754.000	26	SVN	Eslovênia	2.070.248
5	CZE	República Checa	10.741.138	27	SWE	Suécia	9.039.694
6	DEU	Alemanha	82.539.084	28	TUR	Turquia	58.731.956
7	DNK	Dinamarca	5.377.081	Ásia			
8	ESP	Espanha	40.706.868	1	CHN	China	1.175.731.064
9	EST	Estônia	1.633.249	2	IDN	Indonésia	186.417.694
10	FIN	Finlândia	5.270.325	3	IND	Índia	883.623.520
11	FRA	França	59.827.582	4	JPN	Japão	129.430.016
12	GBR	Reino Unido	60.318.336	5	KOR	Coréia	45.409.941
13	GRC	Grécia	10.726.234	6	RUS	Rússia	154.242.581
14	HUN	Hungria	10.736.656	7	TWN	Taiwan	21.713.120
15	IRL	Irlanda	3.666.748	América do Norte			
16	ITA	Itália	60.056.010	1	CAN	Canadá	28.505.254
17	LTU	Lituânia	3.891.338	2	MEX	México	84.499.631
18	LUX	Luxemburgo	393.536	3	USA	EUA	268.224.254
19	LVA	Letônia	2.736.830	América do Sul			
20	MLT	Malta	377.496	1	BRA	Brasil	156.381.680
21	NLD	Holanda	15.791.504	Austrália			
22	POL	Polônia	39.841.595	1	AUS	Austrália	18.367.927
ROW - Outros Países não identificados							

Fonte: WIOD (2016).

Para Wier e Hasler (1999), a análise de decomposição das emissões de Nitrogênio na Dinamarca podem ser descritas conforme o modelo abaixo:

$$N_t = w_t (I - A_t)^{-1} D_t d_t \quad (18)$$

Oé um escalar com as emissões de N; é um vetor de emissões por unidade de produção; é a matriz inversa de Leontief; é matriz que apresenta, para cada um dos componentes da demanda final, as respectivas participações das demandas por setores; e, é um vetor com o nível absoluto de cada categoria da demanda final.

- é um vetor linha, com n valores com emissões por unidade de produção dos setores;
- é a matriz inversa de Leontief (nxn); e,
- é matriz que apresenta, para cada um dos componentes da demanda final, as respectivas participações das demandas por setores (nxb); e,
- é um vetor (nx1), com o nível absoluto de cada categoria da demanda final;
- O índice t se refere ao ano de aplicação do modelo e seus dados.

A metodologia SDA, pode ser utilizada para análise de qualquer informação setorial dada pela matriz de uso. Os trabalhos que se utilizam do modelo de Análise de Decomposição Estrutural, usam o modelo de insumo-produto de Leontief como base para a decomposição, pois este permite uma melhor aproximação da realidade, considerando-se os GEE são observados de forma linear na matriz WIOD, deste modo, será utilizado um modelo análogo à (4) para 8 gases.

As mudanças nas emissões de cada gás por países, ou setores (Δc) podem ser descritas como função de uma, ou de soma de algumas das variações, que serão conhecidas a partir da decomposição. A variação das emissões por gás advindas do aumento, ou da diminuição da quantidade de estrutura da demanda; serão denominadas respectivamente por (ΔS), (Δy^s) e (Δy^v). Com isso, a fórmula genérica para o cálculo da decomposição dos fatores, pode ser caracterizada por:

$$\Delta c = \Delta n + \Delta s + \Delta y^s + \Delta y^v \quad (19)$$

A análise da decomposição estrutural, com relação às emissões de cada gás – GEE – pode ser derivada da seguinte forma: suponha que c_{ij} de C representa a quantidade de emissões de 1000 toneladas ao ano do país j ou do setor j . Como

$$\Delta c = c_{(t)} - c_{(t-1)}$$

$$\Delta c = N_{(t)} S_{(t)} y_{(t)}^s y_{(t)}^v - N_{(t-1)} S_{(t-1)} y_{(t-1)}^s y_{(t-1)}^v$$

$$\Delta c = (\Delta N) S_{(t)} y_{(t)}^s y_{(t)}^v + N_{(t-1)} S_{(t)} y_{(t)}^s y_{(t)}^v - N_{(t-1)} S_{(t-1)} y_{(t-1)}^s y_{(t-1)}^v$$

$$\Delta c = (\Delta N) S_{(t)} y_{(t)}^s y_{(t)}^v + N_{(t-1)} (\Delta S) y_{(t)}^s y_{(t)}^v + N_{(t-1)} S_{(t-1)} y_{(t)}^s y_{(t)}^v - N_{(t-1)} S_{(t-1)} y_{(t-1)}^s y_{(t-1)}^v$$

$$\Delta c = (\Delta N) S_{(t)} y_{(t)}^s y_{(t)}^v + N_{(t-1)} (\Delta S) y_{(t)}^s y_{(t)}^v + N_{(t-1)} S_{(t-1)} (\Delta y^s) y_{(t)}^v + N_{(t-1)} S_{(t-1)} y_{(t-1)}^s y_{(t)}^v - N_{(t-1)} S_{(t-1)} y_{(t-1)}^s y_{(t-1)}^v$$

$$\Delta c = (\Delta N) S_{(t)} y_{(t)}^s y_{(t)}^v + N_{(t-1)} (\Delta S) y_{(t)}^s y_{(t)}^v + N_{(t-1)} S_{(t-1)} (\Delta y^s) y_{(t)}^v + N_{(t-1)} S_{(t-1)} y_{(t-1)}^s (\Delta y^v) \quad (20)$$

utilização será representada por (Δn), efeito intensidade. Mudanças nos coeficientes técnicos da economia, efeito tecnologia, mudanças na composição da estrutura da demanda final; e, o aumento do volume na demanda final, efeito intensidade da demanda e ambientalmente, os malefícios dos gases não são possíveis de comparação, entre um e outro gás; deste modo, a análise será individual, o total de emissões gerada por país será um indicador, assim como por cada setor.

A decomposição estrutural da mudança, no uso da fonte de energia emissora do gás; e, o total de emissão por gás, no período de 1995 – 2009 (ano a ano) podem ser determinados como segue:

De acordo com Dietzenbacher e Los (2000), a formulação feita na equação (6), descreve apenas uma situação dentre várias outras possíveis. Desta maneira, com n fatores poderão ocorrer n formas de decomposição estrutural, que segue uma estrutura similar à

$$\Delta c = (\Delta N)S_{(t-1)}y_{(t-1)}^s y_{(t-1)}^v + N_{(t)}(\Delta S)y_{(t-1)}^s y_{(t-1)}^v + N_{(t)}S_{(t)}(\Delta y^s)y_{(t-1)}^v + N_{(t)}S_{(t)}y_{(t)}^s(\Delta y^v) \quad (21)$$

Aqui também é utilizada a sugestão de Jacobsen (2000); e, a média das duas formas polares, é dada pela tabela 4.

Tabela 4 – Equações matriciais para operações com a MIP através de Jacobsen:

Equação Matricial:	Efeito:
$\Delta c = \frac{1}{2} \left((\Delta N)S_{(t)}y_{(t)}^s y_{(t)}^v + (\Delta N)S_{(t-1)}y_{(t-1)}^s y_{(t-1)}^v \right)$	Intensidade
$+ \frac{1}{2} \left(N_{(t-1)}(\Delta S)y_{(t)}^s y_{(t)}^v + N_{(t)}(\Delta S)y_{(t-1)}^s y_{(t-1)}^v \right)$	Tecnológico
$+ \frac{1}{2} \left(N_{(t-1)}S_{(t-1)}(\Delta y^s)y_{(t)}^v + N_{(t)}S_{(t)}(\Delta y^s)y_{(t-1)}^v \right)$	Estrutura da demanda final
$+ \frac{1}{2} \left(N_{(t-1)}S_{(t-1)}y_{(t-1)}^s(\Delta y^v) + N_{(t)}S_{(t)}y_{(t)}^s(\Delta y^v) \right)$	Volume da demanda final

Fonte: Jacobsen (2000).

4. ANÁLISE DOS RESULTADOS DA PESQUISA

As variações percentuais, de emissões em todo período, por GEE, demonstram o comportamento dos efeitos; da decomposição estrutural, sobre o volume de

descrita acima. Jacobsen (2000) e Hoem (2003), utilizaram em seus estudos, como resultado de cada componente da decomposição, à média das duas formas polares existentes. A equação (7) é uma das formas polares. A outra é dada por:

emissões no período estudado. A tabela 5, indica um esforço global em reduzir as emissões dos GEE; isto fica evidente no efeito intensidade, este efeito representa as emissões por milhões de dólares. Este foi negativo para todos os gases, o que pode ser implicações das preocupações; e, tratamentos disseminados, de forma ampla, após o Protocolo de Quioto, em 1997, com a Conferência das Partes (COP-3).

Tabela 5– Análise Comparativa, Variações de Emissões dos Países por Efeitos, 1995-2009:

GASES	Efeitos da Decomposição (%)			
	Intensidade	Tecnologia	Variação da Demanda	Estrutura da Demanda
CO ₂	-14	35	66	14
CH ₄	-86	-27	41	17
N ₂ O	-16	-41	11	29
NO _x	-23	22	81	23
SO _x	-81	20	29	41
CO	-27	36	28	63
NM VOC	-77	25	20	42
NH ₃	-86	-35	4	21

Fonte: Elaborado pelo autor baseado em WIOD (2016).

As informações por gás GEE, sobre os efeitos e os países estão nas Tabelas de 6 a

14, iniciando com dióxido de carbono (CO₂), conforme a Tabela 6.

A seguir apresenta-se a tabela de Variações das Emissões de CO₂ pelos efeitos e por países, 1995 a 2009:

Tabela 6 – Variações das Emissões de CO2 pelos efeitos e por países, 1995 a 2009:

Item	Países	Efeitos da Decomposição (%)				Variação Total	Item	Países	Efeitos da Decomposição (%)				Variação Total
		Intensidade	Tecnologia	Demanda Estrutura	Variação da Demanda				Intensidade	Tecnologia	Demanda Estrutura	Variação da Demanda	
1	Indonésia	-11	29	13	47	78	22	Irlanda	-48	15	15	22	4
2	Brasil	6	-14	-1	80	71	23	Suécia	-16	-17	-15	51	2
3	Índia	-15	-3	52	30	64	24	Rússia	-23	-27	3	47	0
4	México	-24	4	2	69	51	25	EUA	-10	-26	-15	48	-3
5	Turquia	-30	41	1	29	40	26	Reino Unido	-19	-21	-14	46	-8
6	Austrália	5	-31	13	51	38	27	Japão	0	-15	-39	46	-8
7	Coréia	-31	23	6	40	38	28	França	-47	3	-8	42	-9
8	Taiwan	-32	36	2	29	35	29	Itália	-15	-9	-31	45	-10
9	China	-33	19	35	14	35	30	Polônia	-45	-10	14	30	-11
10	Chipre	-34	35	1	31	33	31	República Checa	-27	-24	-4	45	-11
11	Eslovênia	-19	-7	-9	66	31	32	Bélgica	-32	-11	-13	44	-11
12	Dinamarca	-25	8	-11	56	28	33	Alemanha	-36	7	-20	37	-12
13	Malta	-32	28	-5	36	27	34	Lituânia	-43	-13	8	36	-12
14	Grécia	-36	9	5	50	27	35	Eslováquia	-33	-24	12	31	-14
15	Row	-41	23	13	24	18	36	Estônia	10	-55	-2	33	-15
16	Portugal	-33	13	-11	43	11	37	Hungria	-11	-28	-20	42	-15
17	Canadá	-44	6	1	48	11	38	Letônia	-59	0	8	33	-17
18	Espanha	-44	15	1	39	11	39	Bulgária	-60	10	7	23	-19
19	Holanda	-22	-6	-17	55	11	40	Romênia	-47	-19	7	28	-32
20	Áustria	-34	18	-12	36	8	41	Luxemburgo	-68	10	5	17	-36
21	Finlândia	-30	-13	-5	52	4							

Fonte: Elaborado pelo autor baseado em WIOD (2016).

A Indonésia aumentou em 78% a variação de suas emissões de CO2, nota-se que em três efeitos da decomposição suas variações foram positivas: tecnologia, estrutura e variação da demanda. A Rússia foi o país que ficou próximo de não variar suas emissões neste período. A soma do efeito intensidade e tecnologia é de 50%, havendo

esforço suficiente do governo da Rússia em diminuir emissões, por milhões de dólares; e, procurar uma tecnologia de produção menos intensiva em despesa GEE.

A maior variação pelo efeito intensidade foi provocada pela Estônia. A Turquia elevou suas emissões em 41% pelo efeito tecnologia. A Índia e o Brasil provocaram,

respectivamente, 52% e 80% nos efeitos estrutura e variação da demanda.

Tabela 7 – Variações das Emissões de CH4 pelos efeitos e por países, 1995 a 2009:

Item	Países	Efeitos da Decomposição (%)					Item	Países	Intensidade	Tecnologia	Demanda	Estrutura da Demanda	Variação da Demanda	Variação Total
		Intensidade	Tecnologia	Demanda	Estrutura da Demanda	Variação da Demanda								
1	Turquia	24	25	-2	49	95	22	Eslovênia	-14	-8	-29	49	-2	
2	Row	0	-1	-19	80	59	23	Hungria	-40	10	-16	35	-10	
3	Indonésia	-21	23	3	53	58	24	Grécia	-37	-21	8	34	-16	
4	Espanha	-11	-12	2	75	54	25	Itália	-26	-7	-25	42	-16	
5	China	-34	1	40	24	33	26	Polônia	-16	-42	1	41	-16	
6	EUA	10	-32	-2	56	32	27	República Checa	-7	-40	-11	42	-16	
7	Brasil	-35	9	4	52	30	28	Irlanda	-18	-40	-3	40	-20	
8	Chipre	-16	9	-20	54	27	29	Romênia	-48	-12	8	32	-20	
9	Índia	-18	-20	20	42	23	30	França	-49	7	-11	32	-21	
10	Portugal	-5	-10	-24	61	22	31	Finlândia	-54	1	-9	36	-24	
11	México	-25	-11	-6	58	17	32	Áustria	-33	-4	-26	37	-27	
12	Suécia	-19	5	-25	51	12	33	Bulgária	-50	10	-15	24	-30	
13	Canadá	-46	8	5	41	7	34	Japão	-26	-2	-38	34	-31	
14	Estônia	-40	-7	11	42	6	35	Holanda	-55	-7	-5	34	-32	
15	Letônia	-42	-5	8	45	5	36	Eslováquia	-47	-14	-6	33	-35	
16	Rússia	-12	-28	-9	51	2	37	Bélgica	-39	-11	-18	32	-36	
17	Austrália	-43	-7	7	43	1	38	Alemanha	-44	-10	-18	28	-45	
18	Malta	-50	15	23	13	0	39	Reino Unido	-54	-11	-8	27	-46	
19	Dinamarca	-19	3	-31	47	0	40	Luxemburgo	-69	2	-13	17	-63	
20	Coréia	-41	17	-10	32	-1	41	Taiwan	-89	3	-1	7	-81	
21	Lituânia	-42	-9	12	37	-2								

Fonte: Elaborado pelo autor baseado em WIOD (2016)

A Turquia quase dobrou suas emissões no período, isto pode ter ocorrido quando o único efeito da decomposição da MIP turca, que foi benéfico ao meio ambiente, o que corresponde à estrutura da demanda, em 2%. No CH4 Malta ficou próximo de 0; e, não obteve variações relevantes o que foi

possível, quando reduziu 50% as emissões pelo efeito intensidade. Taiwan, foi líder em reduzir, tanto no total como no efeito intensidade.

O EUA teve efeito intensidade positivo em CH4 aumentando em 10%, a variação de suas emissões. A Turquia além do CO2

também no metano foi líder, em aumentar as variações das emissões pelo efeito tecnologia. A China, um grande emissor de GEE, também obteve a maior variação no

período para o efeito estrutura, na emissão de metano.

Tabela 8 – Variações das Emissões de N2O pelos efeitos e por países, 1995 a 2009:

Item	Efeitos da Decomposição (%)					Item	Efeitos da Decomposição (%)					Variação Total
	Países	Intensidade	Demanda Estrutura da Tecnologia	Variação da Demanda	Variação Total		Países	Intensidade	Demanda Estrutura da Tecnologia	Variação da Demanda	Variação Total	
1 Lituânia		-12	-7	22	60	63	22 Canadá	-53	-4	-1	42	-16
2 Estônia		-24	-3	7	67	47	23 Portugal	-35	-3	-20	42	-16
3 Row		10	-11	-16	63	47	24 EUA	-36	-14	-8	42	-17
4 Índia		-16	-19	19	47	31	25 Dinamarca	-40	3	-18	38	-17
5 Brasil		-35	9	3	53	31	26 Eslovênia	-16	-14	-29	41	-19
6 China		-35	-1	31	33	29	27 Áustria	-30	-4	-26	40	-21
7 Austrália		-24	-12	3	62	29	28 Hungria	-47	4	-14	35	-21
8 Letônia		-20	-3	-13	64	28	29 Itália	-25	-13	-22	39	-21
9 Indonésia		-31	15	-10	45	20	30 Bulgária	-37	16	-24	23	-21
10 Chipre		25	4	-41	29	17	31 Alemanha	-40	-4	-18	37	-25
11 México		-31	-11	-4	54	8	32 Rússia	-46	-11	-6	37	-26
12 Polônia		-32	-15	11	43	7	33 França	-65	6	2	27	-30
13 Coreia		-35	23	-16	25	-4	34 Irlanda	-39	-27	0	34	-32
14 Finlândia		-30	-9	-15	46	-7	35 Eslováquia	-64	-2	3	31	-32
15 Espanha		-42	-8	-3	46	-8	36 Grécia	-28	-38	2	32	-32
16 Taiwan		-41	11	-13	35	-8	37 Bélgica	-49	-6	-11	34	-33
17 Romênia		-16	-17	-21	45	-9	38 Japão	-29	-5	-33	33	-34
18 República Checa		-31	-3	-21	44	-11	39 Reino Unido	-37	-26	-6	30	-39
19 Suécia		-35	1	-21	42	-12	40 Holanda	-60	-8	-3	30	-41
20 Malta		-56	12	13	19	-12	41 Luxemburgo	-73	2	-12	13	-71
21 Turquia		-52	19	-5	24	-15						

Fonte: Elaborado pelo autor baseado em WIOD (2016).

A Lituânia superou o mundo, em percentual de aumento de variação de emissão do gás N2O em 60% no período estudado, no efeito variação da demanda. A Polônia ficou com

7% de variação de aumento em emissão de óxido de nitrogênio. O ponto positivo foi que Luxemburgo foi líder em redução das emissões de N2O.

Os óxidos de nitrogênio presentes na atmosfera, provêm de fontes naturais, tais como atividade vulcânica, queima de biomassa e atividade bacteriana. Entretanto,

a combustão realizada para transporte; e, obtenção de energia constituem as principais fontes de formação destes óxidos.

Tabela 9 – Variações das Emissões de NOX pelos efeitos e por países, 1995 a 2009:

Item	Países	Efeitos da Decomposição (%)					Item	Países	Intensidade	Tecnologia	Estrutura da Demanda	Variação da Demanda	Variação Total
		Intensidade	Tecnologia	Estrutura da Demanda	Variação da Demanda	Variação Total							
1	Indonésia	3	34	-2	61	97	22	Portugal	-43	7	-10	40	-6
2	Dinamarca	-7	28	17	48	86	23	Espanha	-53	8	0	38	-7
3	Índia	3	-10	48	39	79	24	Canadá	-54	1	1	44	-9
4	Turquia	-18	37	3	42	65	25	Irlanda	-55	5	13	27	-10
5	China	-24	12	43	21	51	26	Estônia	-21	-34	8	37	-11
6	Austrália	5	-29	8	58	42	27	Grécia	-57	17	3	23	-14
7	México	-29	-2	3	65	37	28	Holanda	-43	-8	-8	41	-17
8	Taiwan	-33	34	1	31	34	29	Alemanha	-45	10	-17	29	-23
9	Brasil	-26	-4	-3	66	32	30	Polônia	-57	-5	12	26	-23
10	Áustria	-10	10	-26	54	29	31	Bulgária	-62	14	5	20	-24
11	Row	-37	16	10	37	26	32	Finlândia	-50	-10	-3	38	-24
12	Lituânia	-33	-8	16	44	20	33	Romênia	-56	-9	8	27	-30
13	Eslovênia	-28	-4	-8	59	17	34	Luxemburgo	-65	7	9	19	-30
14	Hungria	10	-22	-21	47	13	35	Reino Unido	-56	-7	-2	35	-30
15	Suécia	-24	-13	-13	50	0	36	França	-57	-1	-7	35	-30
16	Chipre	-47	22	-3	28	0	37	República Checa	-48	-11	-7	34	-31
17	Malta	-49	18	-1	32	-1	38	EUA	-46	-17	-5	32	-36
18	Coréia	-51	17	1	31	-2	39	Bélgica	-56	-4	-9	31	-37
19	Rússia	-30	-22	0	48	-3	40	Itália	-47	-5	-19	30	-40
20	Letônia	-52	8	11	29	-4	41	Eslováquia	-48	-25	6	21	-46
21	Japão	-9	-7	-36	47	-5							

Fonte: Elaborado pelo autor baseado em WIOD (2016).

Novamente a Indonésia ficou com o primeiro lugar em emissões de óxido nitroso, obtendo uma elevação em 97% de variação no período; a Suécia ficou próximo de não aumentar suas emissões neste gás; no entanto, a Eslováquia reduziu em torno de 47% suas variações nas emissões de NOX. A Índia é lembrada, pelo desastre de Bopal que levou a morte 16.000 pessoas; mas, mesmo assim, juntamente com China, não se mostrou intensivamente preocupada com as emissões de NOX e outros gases. O óxido

nitroso, é naturalmente um dos principais gases responsáveis pelo aquecimento global, por consumir o ozônio na estratosfera.

Um pequeno país em território, apareceu no efeito intensidade, este efeito é influenciado por política de controle de emissões; deste modo pode-se entender que a Hungria, não obteve sucesso em reduções quando variou em 10% suas emissões de GEE.

Tabela 10 – Variações das Emissões de SOX pelos efeitos e por países, 1995 a 2009:

Item	Países	Efeitos da Decomposição (%)					Item	Países	Intensidade	Tecnologia	Estrutura da Demanda	Variação da Demanda	Variação Total
		Intensidade	Tecnologia	Estrutura da Demanda	Variação da Demanda	Variação Total							
1	Indonésia	18	33	12	37	100	22	EUA	-44	-19	-5	31	-38
2	Índia	7	-12	45	35	76	23	Estônia	-19	-50	5	26	-38
3	Austrália	23	-30	8	40	41	24	Espanha	-69	11	3	16	-38
4	China	-33	16	35	16	34	25	Romênia	-45	-24	1	29	-39
5	Taiwan	-40	33	0	27	20	26	Portugal	-71	6	0	23	-42
6	Rússia	-13	-27	8	51	19	27	Irlanda	-71	4	10	15	-42
7	Turquia	-48	25	7	19	4	28	Holanda	-60	-4	-8	28	-44
8	Row	-48	23	9	19	3	29	Polônia	-64	-9	9	18	-46
9	Brasil	-44	-2	-4	50	1	30	Lituânia	-66	-9	7	18	-50
10	Dinamarca	-51	18	9	22	-1	31	França	-75	2	-3	21	-55
11	Japão	-6	-11	-34	49	-2	32	Eslováquia	-52	-26	5	18	-55
12	Chipre	-57	21	5	17	-14	33	Bélgica	-70	-4	-5	21	-58
13	Canadá	-54	-2	-2	42	-16	34	Luxemburgo	-80	1	5	13	-61
14	Grécia	-57	17	0	25	-16	35	Alemanha	-74	4	-6	15	-62
15	Bulgária	-59	19	6	15	-19	36	Reino Unido	-77	0	-3	19	-62
16	Coréia	-60	13	7	20	-20	37	Itália	-67	-4	-11	18	-64
17	México	-62	1	6	31	-24	38	Eslovênia	-64	-12	-7	17	-66
18	Finlândia	-47	-12	-3	38	-25	39	Hungria	-60	-18	-6	16	-69
19	Áustria	-57	10	-8	24	-31	40	Letônia	-79	-7	2	12	-71
20	Suécia	-52	-8	-7	33	-34	41	República Checa	-78	-9	1	12	-74
21	Malta	-69	9	2	21	-37							

Fonte: Elaborado pelo autor baseado em WIOD (2016).

A Indonésia chega ao ápice desta análise comparativa, sendo evidente que não procurou em nenhum dos efeitos, reduzir suas emissões de SOX, chegando a dobrar suas emissões no período. O Brasil ficou próximo de não variar suas emissões para mais de óxido sulfuroso, o líder em reduzir sua emissão foi a República Tcheca, com 74% de variação de redução.

O dióxido de enxofre, por instrumentos de comando e controle mundiais, vem deixando

de ser utilizado em refrigeradores comerciais e domésticos; atualmente é produzido para oxidação posterior na fabricação de ácido sulfúrico. Na atmosfera, bloqueia o processo de fotossíntese, por destruir a clorofila. Nos organismos vivos, pode atingir uma acidez bastante elevada, que provoca o bloqueio da enzima ribulose difosfato carboxidismutase, que estimula a respiração.

Tabela 11 – Variações das Emissões de CO pelos efeitos e por países, 1995 a 2009:

Item	Países	Efeitos da Decomposição (%)					Item	Países	Intensidade	Tecnologia	Estrutura da Demanda	Variação da Demanda	Variação Total
		Intensidade	Tecnologia	Estrutura da Demanda	Variação da Demanda	Variação Total							
1	Índia	11	4	48	37	100	22	Brasil	44	-13	-12	31	51
2	Eslovênia	10	7	7	76	100	23	EUA	34	-25	-1	40	49
3	Canadá	18	7	5	70	100	24	Japão	41	-8	-18	33	47
4	Irlanda	-1	16	29	54	99	25	México	22	-16	-11	51	46
5	Romênia	48	-2	12	38	96	26	China	-28	23	33	15	43
6	Espanha	62	0	-6	32	87	27	Lituânia	-4	-24	10	62	43
7	Dinamarca	40	9	-7	44	86	28	República Checa	-14	-9	-8	70	39
8	Finlândia	55	-1	-7	38	85	29	Estônia	14	-31	35	20	38
9	Austrália	67	-11	2	21	78	30	Row	-33	29	9	29	35
10	Grécia	30	-11	4	55	78	31	Luxemburgo	37	-34	6	23	33
11	França	-3	8	-9	80	77	32	Taiwan	-35	8	36	22	31
12	Portugal	47	1	-12	40	76	33	Eslováquia	17	-36	14	33	29
13	Coréia	-8	38	-5	49	74	34	Bulgária	13	-37	6	44	26
14	Áustria	19	15	-13	53	73	35	Indonésia	-39	13	11	38	23
15	Rússia	57	-10	-4	30	73	36	Turquia	-35	24	-7	35	17
16	Hungria	52	-9	-6	34	70	37	Reino Unido	-14	-21	-9	56	12
17	Polônia	7	-16	15	62	69	38	Letônia	-49	7	6	38	1
18	Suécia	50	-3	-13	34	68	39	Chipre	-51	11	-11	27	-24
19	Holanda	37	-5	-12	47	67	40	Malta	-63	11	4	22	-27
20	Alemanha	40	0	-22	38	56	41	Itália	-43	-6	-18	33	-34
21	Bélgica	19	-12	-12	57	52							

Fonte: Elaborado pelo autor baseado em WIOD (2016).

A Índia, dobrou suas emissões de monóxido de carbono, o efeito variação da demanda, não contribuiu com este índice. No entanto, pode-se perceber os baixos resultados do esforço da Índia, em reduzir as emissões nos efeitos intensidade e tecnologia. A Lituânia, ficou na linha de corte, aumentou suas emissões em 1%, mas o CO tem um agravante, porque o país que mais reduziu suas emissões, a Itália, foi ao nível máximo de 34% apenas.

Os efeitos nocivos a saúde humana, são provocados pela intoxicação resultante de exposição prolongada, mesmo que em baixas concentrações de monóxido de carbono. Pode ocasionar efeitos como insônia, dor de cabeça, tonturas, distúrbios visuais, alterações auditivas, doenças respiratórias, entre outros. A Austrália, chega a elevar a variação em 67% as emissões de CO pelo efeito intensidade, uma vez que a maioria dos países em estudo reduzem por este efeito suas emissões.

Tabela 12 – Variações das Emissões de NMVOC pelos efeitos e por países, 1995 a 2009:

Item	Países	Efeitos da Decomposição (%)					Item	Países	Intensidade	Tecnologia	Demanda	Estrutura da Demanda	Variação da Demanda	Variação Total
		Intensidade	Tecnologia	Demanda	Estrutura da Demanda	Variação da Demanda								
1	Coréia	-28	24	-2	47	41	22	Estônia	-45	-14	15	27	-17	
2	Índia	-30	3	38	28	40	23	Japão	-26	-3	-30	40	-20	
3	Turquia	-15	32	-16	37	38	24	Polônia	-60	6	11	23	-20	
4	Rússia	-20	-11	-4	65	30	25	Letônia	-61	6	12	21	-21	
5	Portugal	4	-1	-35	60	29	26	Grécia	-52	-2	-7	39	-23	
6	Austrália	-12	-24	0	64	27	27	Suécia	-50	-2	-11	37	-26	
7	Brasil	4	-23	-15	58	24	28	Alemanha	-49	-2	-12	36	-27	
8	China	-39	17	30	13	21	29	Luxemburgo	-63	-2	6	30	-28	
9	Indonésia	-43	14	7	36	14	30	Hungria	-34	-19	-12	35	-29	
10	México	-22	-13	-11	54	8	31	República Checa	-68	4	0	27	-36	
11	Romênia	-33	-15	7	44	4	32	França	-66	5	-2	26	-37	
12	Row	-48	24	7	21	4	33	EUA	-53	-13	-3	31	-38	
13	Dinamarca	-30	-3	-18	50	0	34	Bulgária	-65	10	-5	20	-40	
14	Chipre	-35	15	-15	35	-1	35	Finlândia	-66	-5	-1	28	-43	
15	Eslovênia	-51	0	8	41	-2	36	Eslováquia	-63	-9	3	25	-44	
16	Lituânia	-55	3	3	39	-10	37	Reino Unido	-47	-16	-9	28	-44	
17	Taiwan	-55	10	21	15	-10	38	Malta	-73	4	0	23	-47	
18	Canadá	-55	4	4	37	-10	39	Itália	-53	-5	-17	25	-50	
19	Espanha	-44	-6	-6	44	-11	40	Holanda	-66	-3	-6	24	-51	
20	Irlanda	-56	6	10	28	-12	41	Bélgica	-70	-3	-4	24	-53	
21	Áustria	-43	7	-13	37	-13								

Fonte: Elaborado pelo autor baseado em WIOD (2016).

A Coréia, ficou como maior emissor de gases da família dos COVs, sendo eles de fontes antropogênicas como a combustão, armazenamento e transporte de combustíveis, emissões industriais, uso de solventes; e, a evaporação proveniente dos materiais de construção. A Dinamarca, quase não alterou suas emissões ao longo do período em estudo. A Bélgica, reduziu neste gás em 53% de suas emissões.

No Brasil, são conhecidos pela sigla de COVs (compostos orgânicos voláteis), podem ser hidrocarbonetos saturados e

insaturados; e, hidrocarbonetos oxigenados. Os efeitos destas substâncias na saúde humana, variam entre sintomas simples a riscos mais sérios, sendo que foram decretados regulamentos, para limitar suas emissões, substâncias que são emitidas em larga medida pelas indústrias.

Porém, a Índia, pela quinta vez aparece no efeito estrutura da demanda, com 38% de aumento. A Rússia, chega em sua segunda vez, aos 65% de variação.

A seguir apresenta-se a tabela com as variações das Emissões de NH₃ pelos efeitos e por países, 1995 a 2009:

Tabela 13– Variações das Emissões de NH₃ pelos efeitos e por países, 1995 a 2009:

Item	Países	Efeitos da Decomposição (%)					Item	Países	Intensidade	Tecnologia	Demanda Estrutura da Demanda	Variação da Demanda	Variação Total
		Intensidade	Tecnologia	Demanda Estrutura da Demanda	Variação da Demanda	Variação Total							
1	Malta	27	10	-14	49	72	22	Chipre	2	2	-56	40	-12
2	Row	8	-8	-18	66	48	23	Romênia	-26	-7	-24	43	-14
3	China	-25	-7	30	38	35	24	Eslovênia	-4	-16	-37	43	-14
4	Indonésia	-20	17	-13	51	35	25	Irlanda	-9	-44	-5	42	-16
5	Índia	-11	-22	16	51	34	26	Lituânia	-42	-16	11	30	-17
6	Brasil	-35	11	3	51	31	27	Itália	-15	-18	-26	41	-18
7	México	-17	-15	-5	63	26	28	Japão	-10	-1	-50	39	-22
8	Canadá	-23	-11	-5	61	22	29	Estônia	-62	6	3	29	-25
9	Turquia	-6	12	-34	48	21	30	Suécia	-42	2	-21	36	-25
10	EUA	-11	-18	-14	57	14	31	Reino Unido	-20	-34	-8	37	-25
11	Austrália	-39	-5	1	56	13	32	Grécia	-18	-46	2	34	-28
12	Espanha	-25	-14	-7	55	9	33	Luxemburgo	-19	-28	-18	34	-32
13	Coréia	-21	24	-31	24	-5	34	Dinamarca	-46	0	-21	33	-35
14	França	-47	11	-6	36	-6	35	República Checa	-44	-4	-20	32	-36
15	Hungria	-40	24	-13	23	-6	36	Bulgária	-47	12	-22	20	-37
16	Finlândia	-19	-10	-25	46	-7	37	Holanda	-51	-11	-6	31	-39
17	Letônia	-34	-7	-13	46	-8	38	Taiwan	-44	-7	-20	30	-41
18	Alemanha	-25	-4	-25	46	-8	39	Bélgica	-40	-6	-24	30	-41
19	Portugal	-27	-4	-23	46	-9	40	Eslováquia	-69	-2	2	28	-42
20	Áustria	-9	-8	-38	45	-9	41	Rússia	-61	-8	-5	26	-48
21	Polônia	-33	-23	4	41	-12							

Fonte: Elaborado pelo autor baseado em WIOD (2016)

Tabela 14 – Indicador sobre a Análise dos Países por Gás no período de 1995 – 2009:

Indicador	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	NO _x	SO _x	CO	NM VOC	NH ₃	Média
Países que reduziram	16	22	29	15	32	3	28	29	21
Países que mantiveram	1	2	0	2	0	0	1	0	1
Países que Aumentaram	24	17	12	24	9	38	12	12	19

Fonte: Elaborado pelo autor baseado em WIOD (2016).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio desta pesquisa, foi possível demonstrar que o monóxido de carbono, foi o gás que obteve maior variação de emissão, chegando a aumentar em 185 milhões de toneladas. E, este foi subseguido pelo metano, que obteve participação significativa nas variações positivas, com 96 milhões de toneladas, em emissões para a atmosfera. É importante ressaltar que, o dióxido de carbono é o líder em volume, devido sua unidade de medida ser em kilotonnes.

Quanto aos efeitos assimilados, o modo estrutura; e, a variação da demanda constantemente foram prejudiciais para a atmosfera. O efeito intensidade, reduziu-se para o mundo em seus oito gases analisados. Este efeito, mostrou-se favorável, às orientações mundiais, para que governos pudessem investir em reduzir os GEE. Já o efeito tecnologia, reduziu-se nos gases metano, óxido de nitrogênio e amônia; e, comportou-se entre os países de forma heterogênea. Neste ponto ficou subentendido, a falta de comprometimento das nações com a medida ambiental, internacionalmente adotada, contra o efeito estufa.

Observa-se um ponto positivo envolvendo o efeito tecnologia, a redução de NH₃, N₂O e CH₄, respectivamente: amônia, óxido de nitrogênio e metano; onde o primeiro é causado pelo vazamento, nos sistemas de refrigeração em ambientes fechados, o que pode representar perigos aos trabalhadores. O segundo pode

ocasionar problemas significativos, na camada de ozônio, o que resultaria em um aumento na entrada da radiação ultravioleta; cujo efeito também é drástico, sobre a incidência de câncer, além disso, impacta fortemente no aquecimento global.

O aproveitamento da justificativa deste trabalho, foi quanto a observação, em oito gases para o mundo, possibilitou o comportamento geral em um sistema fechado, pois o mundo está fechado, por uma única atmosfera; a qual está sendo poluída, por todos os países. Sendo assim vale reafirmar as prerrogativas dos efeitos. Revertendo-se os resultados encontrados para as perspectivas do tratado internacional de Quioto, o qual expõe à necessidade de redução em 80%, as emissões de GEE para até o ano de 2050. Identifica-se, quais os países estão colaborando com as preocupações mundiais, em reduzir as emissões com objetivo de voltar a regular a temperatura mundial.

Conclui-se que: são remotas as expectativas reais, sobre as definidas pelo protocolo de Quioto, quanto à redução de emissões dos GEE pelo mundo; por fim, esclarece-se, que existem assimetrias, caracterizada pelo distanciamento entre as nações, que ficam mais longe que outras, há uma hierarquia: os que estão à frente e os que estão atrás; no processo de cumprimento, das normas discutidas primeiramente em 1997 e, por último, em 2005. A sugestão para nova fase de pesquisa, fica por conta da projeção desta análise, baseando-se na perspectiva de

crescimento econômico para até 2020; e, observando-se como essa assimetria vem se deslocando ao longo do tempo.

REFERÊNCIAS

BARRY, Roger G.; CHORLEY, Richard J. Atmosfera, tempo e clima. Bookman Editora, 2009.

BOLTZMANN, Ludwig. Lectures on gas theory. Courier Corporation, 2012.

DALY, H.; Farley, J. Ecological Economics: Principles and Applications. Island Press, Washington, 2004.

HAAN, M. de. A Structural decomposition analysis of pollution in the Netherlands. Economic Systems Research, Sydney, v.13, n. 2, p.181-196, Jun, 2000.

HARE, William. Assessment of knowledge on impacts of climate change-contribution to the specification of art. 2 of the UNFCCC: Impacts on ecosystems, food production, water and socio-economic systems. 2003.

HETHERINGTON, R. An input-output analysis of carbon dioxide emissions for the UK. Energy Conversion And Management, [s.l.], v. 37, n. 6-8, p.979-984, jun. 1996. Elsevier BV. Disponível em: <http://api.elsevier.com/content/article/PII:0196890495002871?httpAccept=text/xml>. Acesso em: 28 jul. 2015.

HOCHSTETLER, Richard Lee. Recursos naturais e o mercado: três ensaios. 2002. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

HOEKSTRA, R.; VAN DEN BERGH, J. C. J. M. Structural decomposition analysis of

physical flows in the economy. Environmental and economic sources, n. 23, p. 357-378, 2002.

HOEM, A.A decomposition analysis of the emissions of CO₂. In: European Congress of the Regional Science Association, 43, 2003, Jyväskylä, Anais Eletrônicos, Jyväskylä, 2003. Disponível em: <www.jyu.fi/ersa2003/>. Acesso em: 27 out. 2015.

HOWARTH, R. W.; INGRAFFEA, A.; SANTORO, R. Methane and the green house-gas foot print of natural gas from shale formations. Springer: Climatic Change, Ithaca, 2010, 12 p.

JACOBSEN, H. K. Energy demand, structural change and trade: A decomposition analysis of the Danish manufacturing industry. Economic Systems Research, Sydney, v.12, n. 3, p.319-343, Sept, 2000.

LOYOLA, Roger. A economia ambiental e a economia ecológica: uma discussão teórica. Encontro da Sociedade Brasileira de Economia Ecológica, v. 2, 1997.

MAY, P. J.; WILLIAMS, W. Disaster policy implementation: Managing programs under shared governance. Springer Science & Business Media, 2012.

MEADOWS, D. L., MEADOWS, D. H., RANDERS, J. & BEHRENS, W.W. Limites do crescimento - um relatório para o Projeto do Clube de Roma sobre o dilema da humanidade. São Paulo: Ed. Perspectiva, 1972.

MUELLER, C. C. (1998). Avaliação de duas correntes da economia ambiental: a escola

neoclássica e a economia da sobrevivência.

Revista de Economia Política, 18(2), 66-89.

ORMOND, José Geraldo Pacheco, et al.

Agricultura orgânica: quando o passado é futuro. BNDES setorial, Rio de Janeiro, 2002, 15: 3-34.

SCHWARZ, Henrique. Três axiomas da economia ecológica. Economia Global e Gestão, v. 14, n. 3, p. 39-60, 2009.