



DOI: 10.5433/2317-627X.2021v9n2p233



Estrutura produtiva do Brasil, Rússia, Índia e China (BRIC) relacionada ao potencial da emissão dos gases do efeito estufa por unidade monetária, em 2009

Production structure of Brazil, Russia, India and China (BRIC) related to the potential of greenhouse gas emissions per currency unit in 2009

Raoni Felipe Almeida André¹
Irene Domenes Zapparoli²
Umberto Antonio Sesso Filho³

RESUMO

Este estudo teve como objetivo estimar o potencial da emissão dos gases do efeito estufa por unidade monetária relacionando-os com a estrutura produtiva vigente nos países que compõem o BRIC – Brasil, Rússia, Índia e China, no ano de 2009. A metodologia utilizada foi o modelo de insumo-produto ampliado para coeficientes ambientais para ser calculado o efeito gerador e seu transbordamento. Os resultados mostram a importância da infraestrutura na mitigação de poluentes, dado que os setores de transportes para o Brasil e o setor de eletricidade, gás e água para Rússia, Índia e China são os principais responsáveis pela intensidade de emissão de CO₂. Assim como dar maior atenção para o setor primário, agricultura e extrativismo mineral e de serviço, por serem os maiores geradores de CH₄ e N₂O nas economias do BRIC.

Palavras-chave: insumo-produto, produção, gases do efeito estufa

ABSTRACT

This study aimed to estimate the potential of greenhouse gas emissions per monetary unit by relating them to the productive structure in force in the countries that make up the BRIC - Brazil, Russia, India and China, in 2009. The methodology used was the input-product model expanded to environmental coefficients to calculate the generating effect and its overflow. The results show the importance of infrastructure in mitigating pollutants, given that the sectors of Transport for Brazil and the sector of Electricity, Gas and Water for Russia, India and China are the main responsible for the intensity of CO₂ emissions. As well as giving greater attention to the primary sector, Agriculture and mineral extraction, and service, as they are the largest generators of CH₄ and N₂O in the BRIC economies.

Keywords: input-product, production, greenhouse gases

¹Contador e Economista, mestre em Economia Regional pela Universidade Estadual de Londrina e doutorando pela Universidade Estadual de Maringá. E-mail: raoni07@hotmail.com

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-8112-0930>

² Doutora. Professora do curso de graduação em Economia e do Mestrado em Economia Regional. Universidade Estadual de Londrina – UEL. E-mail: zapparoli@uel.br

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-4272-4571>

³ Doutor. Professor do curso de graduação em Economia e do Mestrado em Economia Regional. Universidade Estadual de Londrina – UEL. e-mail: umasesso@uel.br

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-4691-7343>

Código JEL: Q52; Q53; C67.

INTRODUÇÃO

A partir da Revolução Industrial, na segunda metade do século XVIII ocorreu um aumento da degradação ambiental que ocasionou significativos impactos no planeta, principalmente no que se refere à geração de gases do efeito estufa, que provocam o aquecimento global. Esse problema é motivo de preocupação da maior parte das nações. De acordo com o *World Input, Output Data Base* (WIOD, 2014) os principais gases do efeito estufa (GEE) são o Dióxido de Carbono (CO₂), Metano (CH₄), Óxido de Nitrogênio (N₂O).

O aumento da temperatura causado por atividades antrópicas preocupa o mundo. Em 1972, os países começaram a discutir os problemas ambientais na conferência de Estocolmo. Porém, o debate precursor sobre o aquecimento global só começou a ser visto na primeira Conferência Mundial do Clima em 1979 (ANDRADE; COSTA, 2008). Outro evento importante no combate à poluição atmosférica é a Conferência das Nações Unidas. A primeira conferência, COP-1, foi realizada em 1995, com o propósito da adoção do mandato de Berlim, que estipulou metas de geração de gases causadores do efeito estufa, além de um calendário de cumprimento de metas (MOREIRA; GIOMETTI, 2007).

Uma das mais significativas foi a COP-3, que teve a presença de 160 países e destacou-se pelo acordo feito no Protocolo de Quioto em 1997, formalizando os pactos de metas de redução dos gases do efeito estufa com 39 países industrializados (GODOY; PAMPLONA, 2007). No Brasil a Conferência das Nações Unidas realizou a Rio 92 e a Rio +20, na cidade do Rio de Janeiro, com o objetivo de discutir os compromissos políticos com o desenvolvimento sustentável (DELMONT, 2007).

O Brasil, Rússia, Índia e China (BRIC) formam um grupo de países emergentes com grandes dimensões demográficas e geográficas, que se destacaram nos últimos anos pelo aumento da sua participação no cenário mundial, de modo que passaram a desempenhar um papel diferente, não mais como países em desenvolvimento, mas como detentores de um grande peso econômico para o mundo (BAUMANN; ARAUJO; FERREIRA, 2010). Por isso deve-se dar atenção especial para esse bloco econômico, por serem países emergentes com grande potencial de emissão de GEE e que não tem obrigatoriedade nas metas de redução desses poluentes.

Nesse sentido a problemática do estudo busca responder qual a responsabilidade da estrutura produtiva dos setores econômicos do BRIC na intensidade de emissões de gases causadores do efeito estufa na atmosfera?

Portanto, este estudo tem o objetivo de aferir a intensidade total de gases causadores do efeito estufa por unidade monetária de 34 setores das economias do BRIC. Mais especificamente, pretende-se avaliar os impactos de forma direta, indireta e o transbordamento da geração do gás CO₂, CH₄ e N₂O pela estrutura produtiva.

Para alcançar os objetivos utilizou-se do modelo inter-regional de insumo-produto, ampliado para examinar os problemas causados pela geração de gases poluentes. Assim, foi utilizada a matriz de insumo-produto do *World Input – Output Database* – WIOD – para o período de 2009. Esse ano foi escolhido por ser a matriz inter-regional de países mais atualizada que tenha as emissões dos GEE por setor.

Este estudo está estruturado em cinco seções, que além desta introdução a

seção 2 mostra as evidências na literatura, a seção 3 dispõe da metodologia utilizada na pesquisa, a seção 4 faz uma análise dos resultados e por fim a seção 5 conclui a pesquisa.

EVIDÊNCIAS NA LITERATURA

O Ministério das Cidades e o Ministério do Meio Ambiente recomendam o uso do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo – MDL – para melhorar a sustentabilidade dos sistemas de gestão dos municípios brasileiros. O MDL tem como objeto prestar assistência às partes do Não Anexo I e do Anexo I da Convenção Quadro sobre Mudança Climática para viabilizar o desenvolvimento sustentável da implementação de projetos que colaborem com a finalidade da convenção e dar subsídios às partes (SEGALA, 2007a).

Segala (2007a) ainda reforça que o alvo final de mitigação de gases de efeito estufa é alcançado através da implementação de atividade nos países em desenvolvimento que derivem na diminuição desses gases, mediante a racionalização do uso da energia e investimentos em métodos mais eficientes. Neste contexto, são emitidas as Reduções Certificadas de Emissões – RCEs – que tem como finalidade determinar se o projeto produziu a absorção de gás carbônico ou a redução de emissão de gases de efeito estufa por meio do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo – MDL.

O clima no planeta possui variações naturais, todavia, o aumento dos gases de efeito estufa acumulada na atmosfera causa grandes mudanças climáticas. Essas mudanças ocorrem com o aumento nas temperaturas, alteração nas precipitações, aparecimento de secas, enchentes e tempestades em diversas regiões do planeta (SEGALA, 2007b). Na ótica de Leite (2005) a concentração do gás carbônico e gás metano, além de outros, tem aumentado em virtude do uso de combustíveis fósseis em atividades industriais, domésticas e de transportes.

Para os países em desenvolvimento o ganho com o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo é significativo, pois proporciona entrada de recursos de países estrangeiros e melhorias na qualidade ambiental e na modernização das atividades produtivas dos países (SEGALA, 2007b).

As dimensões do desenvolvimento sustentável, na esfera do Anexo III da Resolução

ção Nº 01/2003, da Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima, é composta pela contribuição para a sustentabilidade ambiental local; contribuição para o desenvolvimento das condições de trabalho e para a geração líquida de empregos; contribuição para a distribuição de renda; contribuição para capacitação e desenvolvimento tecnológico; e contribuição para a integração regional e articulação com outros setores (SEGALA, 2007c).

De forma mais específica ao tema abordado neste estudo, o Quadro 1 sintetiza alguns dos trabalhos consultados que utilizam a matriz de insumo-produto como ferramenta de análise, passando por aspectos econômicos sociais até aspectos do meio ambiente. Dessa forma, estão destacados o autor e o ano, o objetivo e os principais resultados dos principais artigos considerado na consulta.

QUADRO 1 – Trabalhos que debatem a relação entre produção e meio ambiente utilizando a matriz insumo-produto

Autores	Objetivo	Resultado
Hetherington (1996)	O trabalho buscou identificar a intensidade de CO ₂ emitido por libra esterlina para produto de 101 grupos da indústria do Reino Unido no ano de 1984, considerando as emissões oriundas da queima de combustíveis fósseis.	No setor primário a grande maioria da intensidade de emissão foi indiretamente, onde a indústria de extração de petróleo e gás e a indústria de extração mineral de petróleo foram as que mais emitiram CO ₂ . Nos setores de serviços e manufaturas tiveram a maior intensidade de emissão direta, com destaque para a indústria de eletricidade, a indústria de ferro e aço, a indústria de veículos automotores e peças.
Casler e Blair (1996)	O trabalho mostra a intensidade das emissões direta e indireta de gases poluentes por dólar adicionado na produção dos setores da economia dos Estados Unidos para o ano de 1985.	Os resultados encontrados por eles mostram que atividades mais intensivas de poluição são os setores de mineração, produtos de madeira, produtos de papel, produtos químicos, produtos de pedra e argila, ferros e aços primários, metais não ferrosos primários e setores de transporte.
Labandeira e labeage (2002)	O trabalho estima a intensidade do dióxido de carbono, CO ₂ , direto e indireto relacionada com a energia de cada setor da economia espanhola para o ano de 1992. Também foi simulado o efeito sobre a emissão de CO ₂ cobrando tributo no consumo dos combustíveis fósseis.	Os setores intensivos em energia, tais como a eletricidade, gás, transporte e carvão, são de maiores intensidades de CO ₂ , mesmo depois da simulação de cobrança de tributo mantiveram os setores como os mais relevantes.
Machado (2002)	O trabalho tem como objetivo avaliar o impacto do comércio exterior do Brasil sobre o uso de energia e as emissões de CO ₂ para os anos de 1985, 1990 e 1995.	Para cada dólar do produto transacionado com a exportação, foi embutido mais energia e CO ₂ do que cada dólar gasto nas importações, mostrando que o Brasil além de um exportador líquido de carbono, é de energia. Além disso, as exportações de bens não energéticos no Brasil levam, em média, mais energia e CO ₂ do que as importações de bens não energéticos.
Hilgemberg (2005)	O trabalho analisou as emissões de CO ₂ por unidade monetária do uso de gás natural, álcool e derivados do petróleo, para dezoito setores da economia nas cinco regiões do Brasil mais o estado de São Paulo, para 1999.	Os setores que mais contribuíram para a emissão de CO ₂ foram o de transporte rodoviário, o de outros transportes, o de produção de energia não hidráulica, petróleo e outros e o de álcool e refino de petróleo. A maior fração das emissões totais é oriunda de derivados do petróleo, de maneira que o gás natural e o álcool correspondem a 19 toneladas e 8,3 toneladas de emissão, respectivamente, e o derivado de petróleo é 173 toneladas de emissão por variação na demanda final.

Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

METODOLOGIA

Foram utilizados os dados dos setores econômicos da estrutura de matriz insumo-produto disponível no *World Input-Output Database* – WIOD – para o Brasil, Rússia, Índia e China no ano de 2009, além do levantamento da intensidade das emissões dos gases causadores do efeito estufa. De acordo com *World Input – Output Database* – WIOD – os dados pertencentes ao CH₄ e N₂O estão disponíveis em

toneladas e os dados do CO₂ em Giga grama, ou seja, é o equivalente à mil toneladas.

Matrizes de Insumo-Produto Inter-Regional

Foi utilizado os modelos inter-regionais de insumo-produto, também conhecido como Modelo Isard, pela aplicação de Isard (1951), que mostra troca de relação entre regiões, com isso o modelo será ampliado para examinar os problemas ocasionados pela geração de gases poluentes, pois as emissões são resultadas das inter-relações.

O Quadro 2 mostra as trocas de relações entre as regiões do sistema de insumo-produto inter-regional, evidenciando as relações expressas pelos fluxos de bens destinados à demanda final e consumo intermediário.

QUADRO 2 - Relações de Insumo-Produto num sistema inter-regional

	Setores - Região L	Setores - Região M	L	M	
Setores-Região L	Insumos Intermediários LL	Insumos Intermediários LM	DF LL	DF LM	Produção Total L
Setores-Região M	Insumos Intermediários ML	Insumos Intermediários MM	DF ML	DF MM	Produção Total M
	Importação Resto Mundo (M)	Importação Resto Mundo (M)	M	M	M
	Impostos Ind. Liq. (IIL)	Impostos Ind. Liq. (IIL)	IIL	IIL	IIL
	Valor Adicionado	Valor Adicionado			
	Produção Total Região L	Produção Total Região M			

Fonte: Adaptado de Moretto (2000).

O modelo pode ser apresentado, partindo-se dos fluxos inter-setoriais e inter-regionais de bens para as regiões L e M com 2 setores, como se segue na forma de matriz, esses fluxos são representados por:

$$z = \begin{bmatrix} Z^{LL} & Z^{LM} \\ Z^{ML} & Z^{MM} \end{bmatrix} \quad (1)$$

em que Z^{LL} e Z^{MM} representam matrizes dos fluxos monetários intra-regionais e Z^{LM} e Z^{ML} representam matrizes dos fluxos monetários interregionais. Atendendo a equação de Leontief (1986).

$$X_i' = Z_{i1} + Z_{i2} + \dots + Z_{ii} + \dots + Z_{in} + Y_i \quad (2)$$

onde X_i indica o total da produção do setor i , Z_{in} é o fluxo monetário do setor i para o setor n e Y_i é a demanda final por produtos do setor i , sendo possível aplica-la:

$$X_1^L = Z_{11}^{LL} + Z_{12}^{LL} + \dots + Z_{11}^{LM} + Z_{12}^{LM} + \dots + Y_1^L \quad (3)$$

em que X_1^L é o total do bem 1 produzido na região L .

Considerando os coeficientes de insumo regional para L e M , obtêm-se coeficientes intra-regionais:

$$a_{ij}^{LL} = \frac{Z_{ij}^{LL}}{X_j^L} \Rightarrow Z_{ij}^{LL} = a_{ij}^{LL} \cdot X_j^L \quad (4)$$

em que, podem-se definir os a_{ij}^{LL} como coeficiente técnico de produção que representam quanto o setor j da região L compra do setor i da região L e

$$a_{ij}^{MM} = \frac{Z_{ij}^{MM}}{X_j^M} \Rightarrow Z_{ij}^{MM} = a_{ij}^{MM} \cdot X_j^M \quad (5)$$

em que se definem os a_{ij}^{MM} como coeficiente técnico de produção, que representam a quantidade que o setor j da região M compra do setor i da região M . E por fim, os coeficientes inter-regionais:

$$a_{ij}^{ML} = \frac{Z_{ij}^{ML}}{X_j^L} \Rightarrow Z_{ij}^{ML} = a_{ij}^{ML} \cdot X_j^L \quad (6)$$

onde se definem os a_{ij}^{ML} como coeficientes técnicos de produção pelo qual representa quanto o setor j da região L compram do setor i da região M e

$$a_{ij}^{LM} = \frac{Z_{ij}^{LM}}{X_j^M} \Rightarrow Z_{ij}^{LM} = a_{ij}^{LM} \cdot X_j^M \quad (7)$$

em que os a_{ij}^{LM} correspondem aos coeficientes técnicos de produção que representam a quantidade que o setor j da região M compra do setor i da região L .

Estes coeficientes podem ser substituídos em (3) obtendo:

$$X_1^L = a_{11}^{LL} X_1^L + a_{12}^{LL} X_2^L + a_{11}^{LM} X_1^M + a_{12}^{LM} X_2^M + Y_1^M \quad (8)$$

Assim, as produções para os demais setores são obtidas de forma similar.

Isolando, Y_1^L e colocando em evidência X_1^L tem-se:

$$(1 - a_{11}^{LL}) X_1^L - a_{12}^{LL} X_2^L - a_{11}^{LM} X_1^M - a_{12}^{LM} X_2^M = Y_1^L \quad (9)$$

as demais demandas finais também podem ser obtidas de forma similar.

Portanto, de acordo com $a_{ij}^{LL} = Z_{ij}^{LL} \cdot (X_j^L)^{-1}$, constrói-se a matriz A_{ij}^{LL} , para os dois setores, em que A_{ij}^{LL} representa a matriz de coeficientes técnicos intrarregionais de produção.

Salienta-se que esta mesma formulação valeria para A^{LM} , A^{MM} e A^{ML} .
Definem-se agora as seguintes matrizes:

$$A = \begin{bmatrix} A^{LL} & A^{L<} \\ A^{ML} & A^{MM} \end{bmatrix} \quad (10)$$

$$X = \begin{bmatrix} X^L \\ X^M \end{bmatrix} \quad (11)$$

$$Y = \begin{bmatrix} Y^L \\ Y^M \end{bmatrix} \quad (12)$$

O sistema inter-regional completo de insumo-produto é representado por:

$$(I - A)X = Y \quad (13)$$

Deste modo as matrizes podem ser dispostas de seguinte forma:

$$\left\{ \begin{bmatrix} I & 0 \\ 0 & I \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} A^{LL} & A^{LM} \\ A^{ML} & A^{MM} \end{bmatrix} \right\} \begin{bmatrix} X^L \\ X^M \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Y^L \\ Y^M \end{bmatrix} \quad (14)$$

Realizando essas operações, obtêm-se os modelos básico necessário à análise inter-regional proposta por Isard, resultando no sistema de Leontief intra-regional da forma:

$$X = (I - A)^{-1}Y \quad (15)$$

onde $(I - A)^{-1}$ é a matriz de coeficientes diretos e indiretos, ou a matriz de Leontief.

Geradores

A partir dos coeficientes diretos e da matriz inversa de Leontief é possível estimar, para cada setor da economia, o quanto é gerado direto e indiretamente por setor da economia de emissões de gases causadores do efeito estufa para cada U \$ 1.000.000 produzido para a demanda final ou seja:

$$GV_j = \sum_{i=1}^n b_{ij}v_i \quad (16)$$

Em que:

GV_j é o impacto total, direto e indireto, sobre a variável em questão;

b_{ij} é o ij -ésimo elemento da matriz inversa de Leontief e;

v_i é o coeficiente direto da variável em questão.

ANÁLISE DOS RESULTADOS

Esta seção realiza a análise dos resultados divididos em duas subseções, Estruturas Produtivas e Emissões do GEE – Gases do Efeito Estufa – e a Emissões do GEE Através do Efeito Gerador e seu Transbordamento.

Estruturas Produtivas e Emissões GEE

Esta seção tem o propósito de investigar a estrutura produtiva do BRIC, além do comportamento nas emissões do Dióxido de Carbono – CO₂ –, Metano – CH₄ – e Óxido de Nitrogênio – N₂O. Para isso, é analisado o volume total da produção econômica dos setores, bem como a participação do bloco nas emissões do planeta. Dessa forma, a Tabela 1 apresenta o valor da produção de 34 setores econômicos dos países do BRIC em milhões de dólares para o ano de 2009.

De acordo com a Tabela 1 os setores que apresentaram maior participação na produção dos BRIC foram o de administração pública para a economia brasileira, o de atacado para a economia russa, o de construção para a economia indiana e o de eletrônicos e equipamentos ópticos para a economia chinesa. Além de serem as principais atividades econômicas nas maiores economias emergentes, têm grande importância para o combate à poluição ambiental, pois essas atividades tendem a ser potenciais emissores de gases causadores do efeito estufa pela estreita relação entre emissões e produtividade, todavia não é um fator determinante.

De acordo com Ciani, Pimenta Junior e Ferreira (2012), os integrantes deste bloco econômico podem se tornar as novas potências mundiais, pois entre os países emergentes são os que têm maior PIB e taxas de crescimento econômico. Deve-se dar atenção especial para os principais setores das economias do BRIC, já que há uma perspectiva de produção ainda maior, o que, portanto, gera maior volume de poluição atmosférica se não houver tecnologia adequada.

TABELA 1 – Produção econômica nos países do BRIC para 2009

Setores	Brasil		Rússia		Índia		China	
	US\$	%	US\$	%	US\$	%	US\$	%
Agropecuária	138.263,03	5,04	99.268,76	4,54	273.495,30	10,57	880.438,50	5,81
Extrativismo mineral	65.330,68	2,38	152.332,84	6,97	41.325,79	1,60	466.033,05	3,08
Alimentos, bebidas e fumo	185.216,45	6,76	108.723,64	4,97	127.107,27	4,91	779.046,46	5,14
Têxteis	40.968,21	1,49	6.668,39	0,31	89.685,94	3,47	651.060,14	4,30
Vestuário	12.122,97	0,44	1.598,39	0,07	9.488,57	0,37	136.094,45	0,90
Madeira e produtos da madeira	9.645,26	0,35	9.269,46	0,42	11.056,98	0,43	177.400,37	1,17
Papel, celulose e gráfica	41.873,97	1,53	19.735,52	0,90	20.229,65	0,78	236.615,42	1,56
Refino de petróleo e comb. nuclear	86.299,17	3,15	120.035,38	5,49	111.261,80	4,30	257.052,30	1,70
Indústria química	98.202,58	3,58	37.337,68	1,71	86.902,93	3,36	806.028,65	5,32
Borracha e plástico	30.106,61	1,10	14.572,31	0,67	30.004,53	1,16	349.189,15	2,30
Outros minerais não metálicos	26.135,97	0,95	23.924,81	1,09	36.181,12	1,40	402.188,80	2,65
Metalurgia	84.819,25	3,09	88.920,57	4,07	160.500,97	6,20	1.320.739,76	8,72
Máquinas e equipamentos	49.760,73	1,82	39.393,47	1,80	53.256,71	2,06	680.182,31	4,49
Eletrônicos e equipamentos ópticos	54.748,15	2,00	25.385,19	1,16	61.438,99	2,37	1.445.932,95	9,54
Equipamentos de transporte	105.034,03	3,83	40.320,89	1,84	72.613,58	2,81	562.802,46	3,71
Manufatura e reciclagem	22.202,85	0,81	10.965,87	0,50	73.792,65	2,85	84.651,20	0,56
Eletricidade, gás e água	85.358,90	3,11	110.650,28	5,06	65.127,46	2,52	481.828,29	3,18
Construção	142.687,29	5,21	144.903,47	6,63	297.853,62	11,51	1.416.978,53	9,35
Venda e manut. de veículos auto.	27.065,40	0,99	25.277,90	1,16	9.936,29	0,38	-	0,00
Atacado	88.106,78	3,21	205.974,38	9,42	77.198,66	2,98	584.812,68	3,86
Varejo	131.506,85	4,80	111.370,06	5,09	126.060,00	4,87	120.983,40	0,80
Hotéis e restaurantes	60.774,38	2,22	21.476,60	0,98	46.796,69	1,81	277.315,28	1,83
Transporte terrestre	80.266,20	2,93	99.494,59	4,55	196.249,31	7,58	269.862,72	1,78
Transporte aquático	4.512,58	0,16	3.056,44	0,14	3.414,39	0,13	108.660,22	0,72
Transporte aéreo	7.206,21	0,26	13.731,54	0,63	3.584,78	0,14	43.654,97	0,29
Outras ativid. de suporte ao Trans.	38.052,41	1,39	42.551,76	1,95	11.658,69	0,45	111.004,96	0,73
Comunicações	65.022,63	2,37	45.323,72	2,07	27.573,12	1,07	210.486,11	1,39
Intermediação financeira	155.511,46	5,67	74.840,99	3,42	89.527,77	3,46	376.386,78	2,48
Aluguéis	126.895,28	4,63	79.680,61	3,65	74.611,38	2,88	327.500,28	2,16
Serviços prestados às empresas	165.345,16	6,03	132.996,21	6,08	90.301,16	3,49	453.522,61	2,99
Administração pública	220.706,60	8,05	125.886,95	5,76	85.225,19	3,29	342.074,13	2,26
Educação	98.583,19	3,60	47.753,07	2,18	58.772,88	2,27	282.896,08	1,87
Saúde	98.360,62	3,59	68.817,67	3,15	32.351,78	1,25	240.819,20	1,59
Outros serviços	94.462,37	3,45	33.731,01	1,54	33.383,15	1,29	265.722,62	1,75
TOTAL	2.741.154,20	100	2.185.970,43	100	2.587.969,08	100	15.149.964,84	100

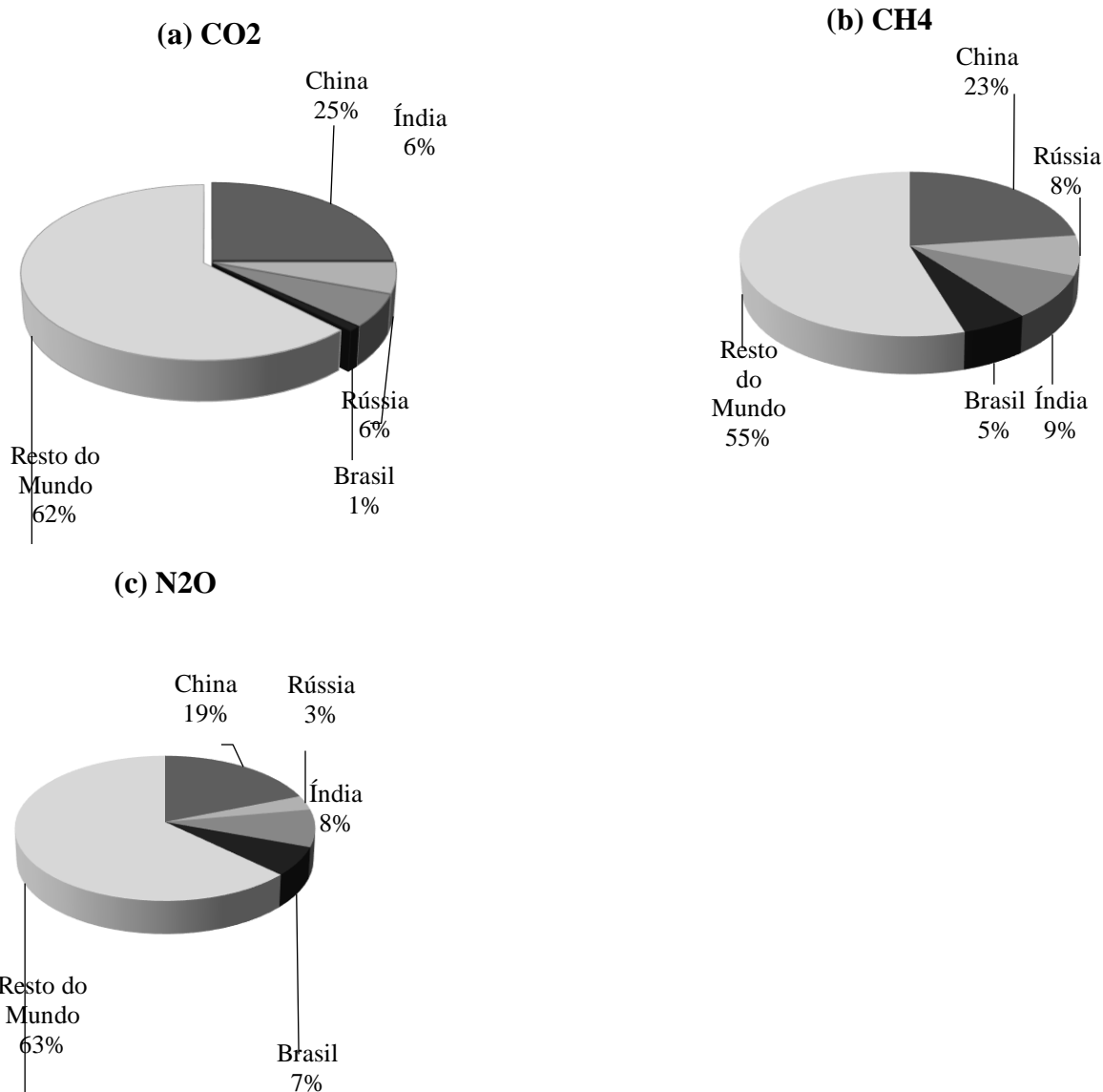
Fonte: elaborado pelos autores a partir de dados do WIOD (2020).

Um fato importante é a administração pública estar entre os principais produtores no Brasil e na Rússia, principalmente na economia brasileira por ser a maior atividade econômica do país. Dessa forma, é de fácil visualização a força da participação pública nessas duas economias, mesmo depois de um forte processo de

privatizações, que no Brasil ocorreram de forma mais contundente a partir de meados da década de 1990 até o início dos anos 2000, com fundamentos no Consenso de Washington. Já na Rússia os processos de privatização ocorreram após a Guerra Fria, de 1992 até 1998.

Os Gráficos a seguir trazem as participações dos países do BRIC nas emissões dos GEE mundiais no período de 2009, com a finalidade de analisar a responsabilidade desses países na poluição atmosférica global. De acordo com o Gráfico 1 os países do BRIC têm grande relevância nas emissões mundiais, compondo, aproximadamente, mais de um terço das emissões totais do mundo, isso mostra sua importância para o combate do aquecimento global. Por isso, apesar de não serem países com metas de redução, precisam da atenção mundial, uma vez que são potenciais em emissão de GEE.

GRÁFICO 1 – Participação dos BRIC na emissão de GEE para 2009



Fonte: elaborado pelos autores a partir de dados do WIOD (2020)

À China destaca-se pela participação de mais da metade das emissões do

bloco, podendo ser explicado pelo seu tamanho e dinamismo, que de acordo com Vieira e Veríssimo (2009) é o país com maior população e taxa de crescimento do PIB na última década. O Brasil apresentou baixa participação nas emissões de GEE, principalmente em relação ao CO₂ que é o gás poluente com maior volume na atmosfera. A Rússia destacou-se por deter a menor parcela nas emissões de N₂O entre os países do BRIC, o que pode ser explicado pela baixa produção do setor de agropecuária, o qual de acordo com Martins et al. (2003) é a principal atividade emissora de N₂O.

Emissões do GEE através do efeito gerador e seu transbordamento

Um das mais interessantes técnicas analíticas desenvolvidas por Keynes foram os multiplicadores. Essa teoria versa que um aumento na renda eleva os gastos dos consumidores, porém, em um montante menor que o inicial. Em síntese, o aumento da renda de um agente da economia eleva seus gastos e conseqüentemente eleva a renda de outro agente econômico, e assim, sucessivamente, desenvolve o efeito multiplicador na economia.

A técnica para o contexto de produção e emissões de poluentes pode-se pensar em um estímulo do governo, por exemplo, no setor agropecuário, que não só implica em um aumento de gases causadores do efeito estufa na produção agrícola – efeito direto –, como também, na produção de fertilizantes, adubos, rações entre outros fornecedores – efeito indireto.

Com a finalidade de avaliar a relação entre a estrutura produtiva com as emissões dos gases do efeito estufa, esta seção tem o objetivo de demonstrar os setores dos países do BRIC – Brasil, Rússia, Índia e China – com maior potencial de intensidade dos GEE, através do efeito gerador e seu transbordamento. O efeito gerador dos GEE, também denominado de multiplicador simples, estima para cada setor o quanto é gerado direta e indiretamente de emissões para cada unidade monetária produzida na demanda final.

O efeito transbordamento de GEE deste estudo demonstra como uma variação na demanda final pode impactar nas emissões dos gases em outros países. Um aumento da produção do setor agrícola brasileiro, além de aumentar as emissões de GEE nos setores brasileiros, provoca aumento nas emissões fora do país. Deste modo, quanto maior a necessidade de importar insumos intensivos de GEE para abastecer o setor, maior será o efeito transbordamento de emissões desses gases.

Os Gráficos 2, 3 e 4 e as Tabelas apresentadas nos Apêndices A1, A2 e A3, demonstram o efeito gerador e o percentual do efeito gerador direto e indireto, além do seu transbordamento para emissão do GEE – CO₂, CH₄ e N₂O - de 34 setores das economias do BRIC, em 2009. Observa-se que os resultados são apresentados pela variação de um milhão de dólares na demanda final em valores de 2009, bem como as emissões de CO₂ são apresentadas em Giga grama – equivalente a mil toneladas – e as emissões de CH₄ e N₂O em toneladas.

Nesse contexto, no Gráfico 2 a estrutura produtiva do BRIC apresenta maior efeito gerador nas emissões de CO₂ para os setores de transporte terrestre, aquático e aéreo no Brasil e o de eletricidade, gás e água na Rússia, Índia e China. Logo, para cada 1 milhão de dólares adicionado na demanda final desses setores, eles emitem 2,86, 7,79, 1,53 e 10,58 mil toneladas de CO₂ respectivamente.

Esses setores possuem o percentual de emissão direta maior que o indireto, isto é, a maior parte da intensidade de CO₂ gerada por eles decorre da sua própria estrutura produtiva. Sendo assim, a Tabela destaca que no setor de eletricidade, gás

e água 82,84% da emissão na Rússia, 75,55% da emissão na Índia e 62,26 % da emissão na China são decorrentes do efeito direto.

Corroborando com o resultado da Figura 3, que retrata o setor de eletricidade, gás e água como o principal responsável da intensidade de CO₂ russa, o gás natural é a principal fonte de energia dessa economia, que segundo os dados disponíveis no WIOD compõe cerca de 50% de sua matriz energética. Em relação aos setores de transporte brasileiro, segundo WIOD são os com maior parcela da emissão do país, com cerca de 18,20 % do total emitido no Brasil para o ano de 2009, além disso, como observado no Gráfico 2, mais de 80% do efeito gerador são de emissões diretas, portanto é um setor de grande importância para redução dos GEE.

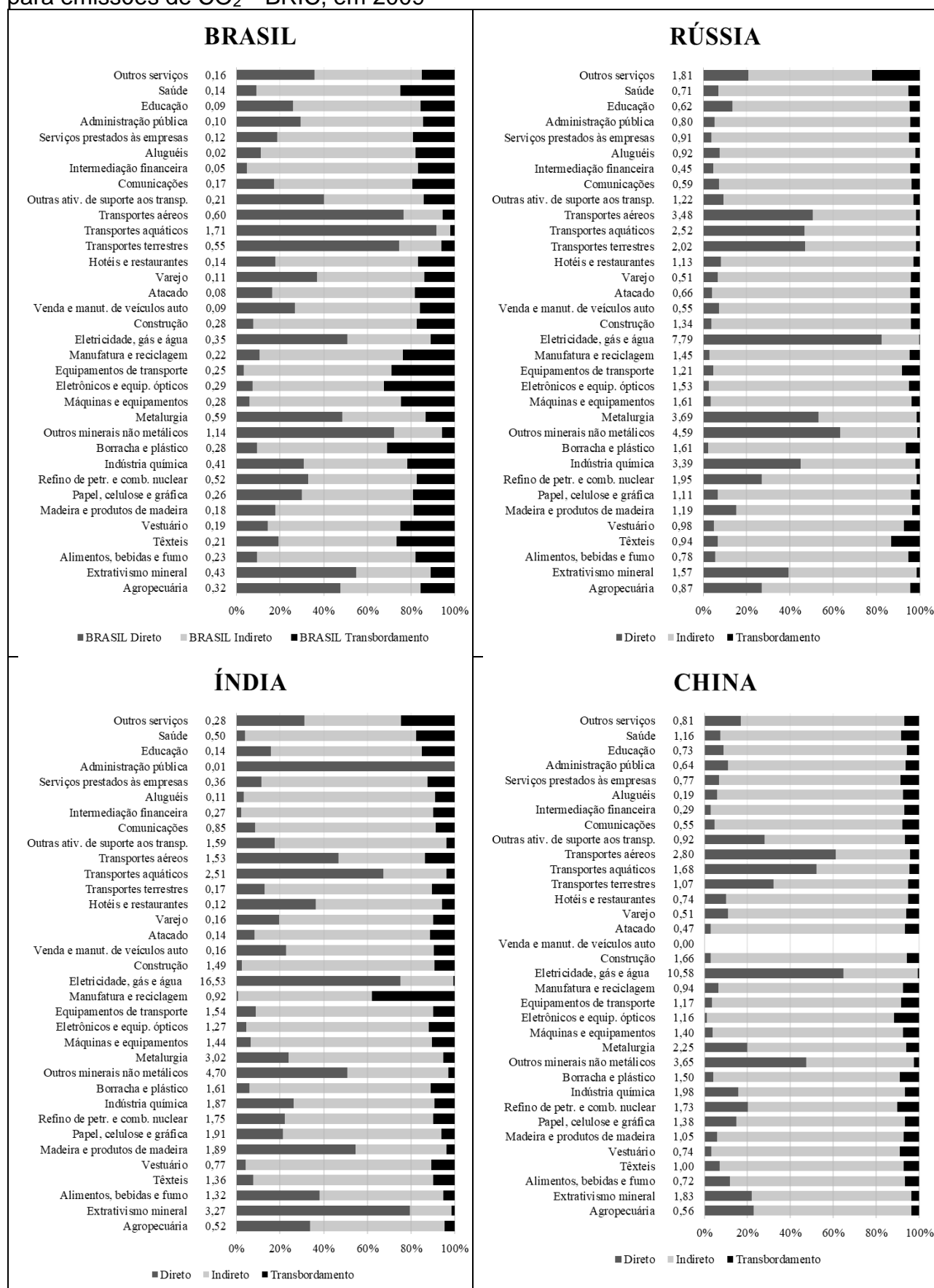
Para o transbordamento de CO₂ – Gráfico 3 e Apêndice Tabela A2 – os principais setores são o de eletrônicos e equipamentos ópticos para a economia brasileira e chinesa, o de outros serviços para a economia russa e o de manufatura e reciclagem para economia indiana. Mostrando que o acréscimo de 1 milhão de dólares na demanda final desses setores, 47%, 13,18%, 28,36% e 61,29% da emissão indireta de CO₂ é gerada fora do país. Todavia, apesar dos setores mencionados terem alto percentual de transbordamento, de acordo com o WIOD ele possuem baixo nível de emissão, com participação a abaixo de um por cento no total emitido pelos seus países. Portanto, Labandeira e Labeage (2002) chegaram à conclusão parecida para economia da Espanha, no ano de 1992, onde os setores intensivos em energia tiveram maior intensidade de CO₂, tais como o setor de eletricidade, de gás, de transporte e o setor de carvão.

No Gráfico 3 as emissões de CH₄ apresentam maior efeito gerador nos setores de agropecuária para o Brasil, outros serviços para a Rússia e Índia, e extrativismo mineral para a China. Dessa forma, com a variação de 1 milhão de dólares na demanda final, os referidos setores emitem cerca de 105,2, 112,2, 156,8 e 76,03 toneladas de CH₄ respectivamente. Esses setores possuem praticamente toda emissão gerada de forma direta, indicando a interdependência deles com a cadeia produtiva em relação as emissões de GEE. Então, a intensidade de CH₄ gerada dentro do próprio setor é, aproximadamente, de 88,28%, 87,22%, 97,28% e 85,20% do total emitido respectivamente. Entretanto, a grande maioria dos setores econômicos do BRIC possui o percentual de intensidade de CH₄ indireto maior que o direto, isto é, no geral as emissões de CH₄ são mais intensas na cadeia produtiva dos setores desse bloco econômico.

Os setores com maior percentual de transbordamento de CH₄ nas economias do BRIC são o de eletrônicos e equipamentos ópticos para o Brasil, de têxteis para Rússia, de manufatura e reciclagem para Índia e de madeira e produtos de madeira para China. Portanto para o acréscimo de 1 milhão de dólares na demanda final desses setores, 29,80%, 16,50%, 61,70% e 17,06% das emissões totais são geradas fora do país de origem. No entanto, são setores com baixa intensidade de emissão de CH₄ comparado com os demais. Os resultados encontrados para as emissões de CH₄ estão de acordo com Martins *et al.* (2003), que segundo ele as atividades de agricultura através da pecuária e o extrativismo mineral por meio da extração de petróleo, mineração de carvão e extração de gás estão entre as principais emissoras de CH₄.

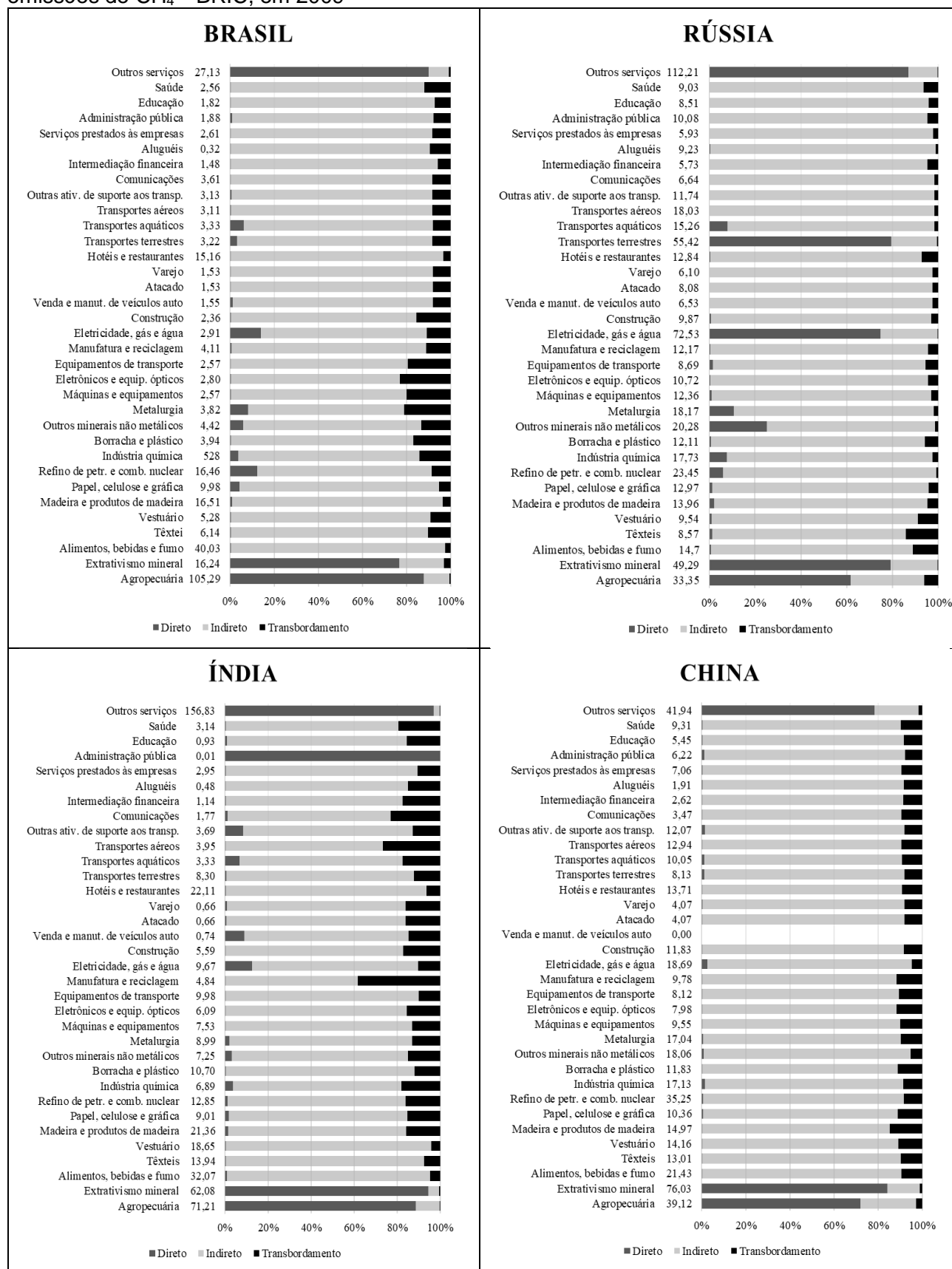
As maiores emissões de N₂O – Gráfico 4 e Tabela A3 – são verificadas no setor agropecuário, o principal responsável pela intensidade de emissão de N₂O nas economias do BRIC. O acréscimo de 1 milhão de dólares na demanda final do referido setor, aumentou a intensidade de emissão de N₂O em 5,67 toneladas para o Brasil, 3,85 toneladas para Rússia, 3,33 toneladas para Índia e 2,62 toneladas para China.

GRÁFICO 2 – Percentual do efeito gerador, direto e indireto, e o transbordamento para emissões de CO₂ – BRIC, em 2009



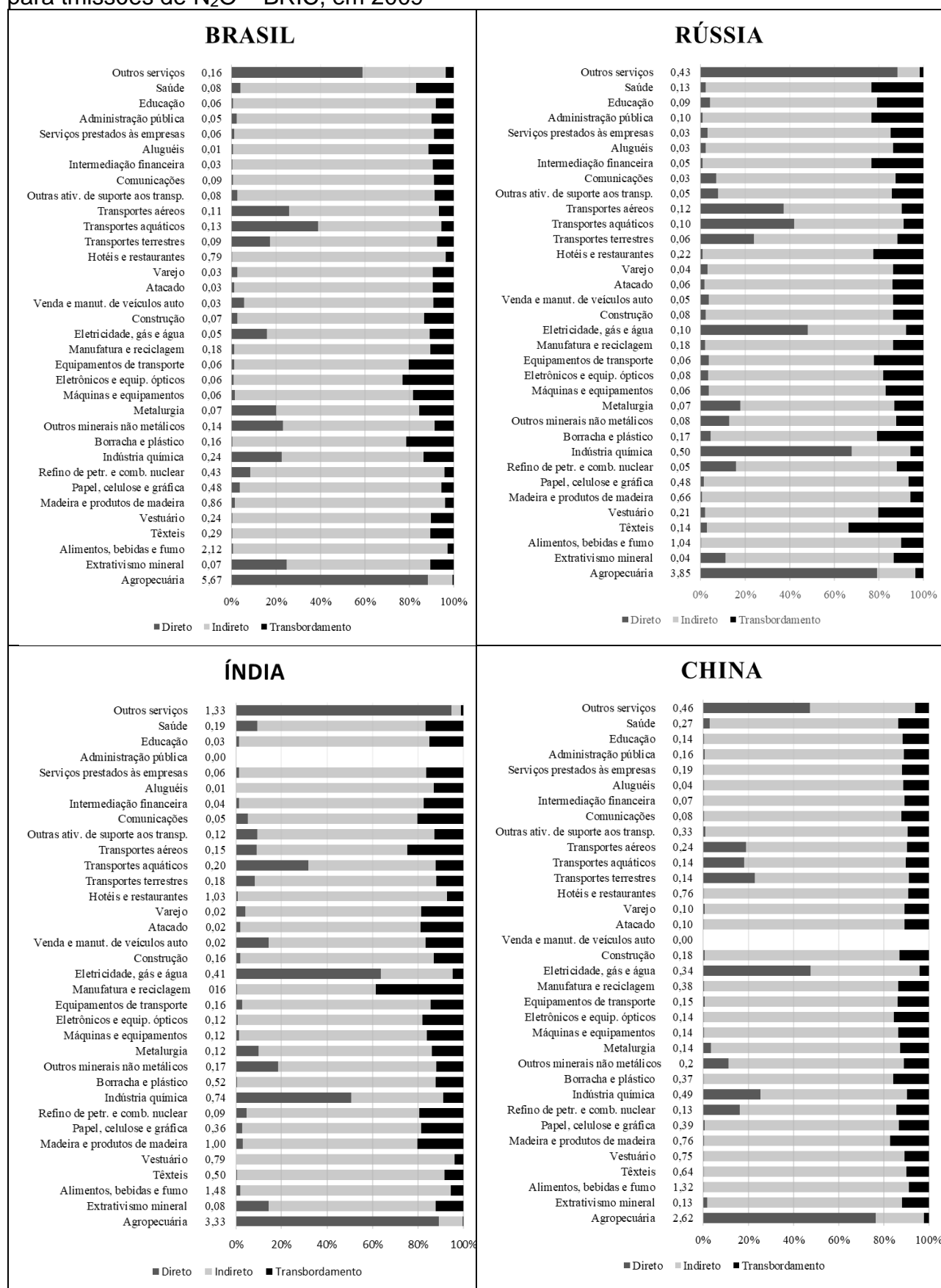
Fonte: Elaborada pelos Autores, com utilização do Software MATLAB.

GRÁFICO 3 – Percentual do efeito gerador, direto e indireto, e o transbordamento para emissões de CH₄ – BRIC, em 2009



Fonte: Elaborada pelos Autores, com utilização do Software MATLAB.

GRÁFICO 4 – Percentual do efeito gerador, direto e indireto, e o transbordamento para emissões de N₂O – BRIC, em 2009



Fonte: Elaborada pelos Autores, com utilização do Software MATLAB.

O setor agropecuário tem baixo percentual de transbordamento para intensidade de N_2O e a maior parte das emissões é gerada diretamente, indicando que a maior parte dessas emissões é produzida dentro do próprio país. Desse modo, do total gerado de N_2O nesse setor, 88,84% para Brasil, 82,04% para Rússia, 89,32% para Índia e 78,19% para China são de emissões diretas.

Esses resultados são explicados pelo fato de que a maior parte das emissões de N_2O de ações antrópicas origina-se dos setores que pertencem a agricultura por meio do uso de fertilizantes nitrogenados, do depósito de dejetos de animais no solo, da fixação biológica de nitrogênio, da mineralização da matéria orgânica, da queima de resíduos agrícolas e da lixiviação dos solos (LIMA, 2002; ROBERTSON, 2004). Outro setor que também se destacou no potencial de emissão de CH_4 e N_2O é o de alimentos, bebidas e fumos, de modo que suas emissões estão mais relacionadas com o efeito indireto, resultado que também está de acordo com a literatura, pois, as cadeias produtivas desse setor estão ligadas aos setores da agricultura.

No Gráfico 4 os setores com maior percentual de transbordamento são o de eletrônicos e equipamentos ópticos para o Brasil, de têxteis para a Rússia, de manufatura e reciclagem para a Índia e de madeiras e produtos de madeira para a China. O acréscimo de 1 milhão de dólares na demanda final desses setores causam um percentual de transbordamento de 29,94%, 50,48%, 62,71%, 20,82% respectivamente. Entretanto possuem baixa intensidade de N_2O , exceto o setor de madeiras e produtos de madeira, que é um dos principais emissores do referido gás para economia chinesa.

CONCLUSÃO

O desenvolvimento deste estudo colaborou para entender a maneira que o Brasil, Rússia, Índia e China – BRIC – tratam os problemas ambientais nas relações entre as atividades econômicas e as emissões de gases do efeito estufa. Dessa maneira, o objetivo geral buscou analisar os efeitos da estrutura produtiva dos países do BRIC sobre o potencial de emissões de gases causadores do efeito estufa. Especificamente estimou a geração dos CO_2 , CH_4 , N_2O para GEE e o percentual de transbordamento dos países do BRIC, destacando os setores mais problemáticos nas emissões desses gases.

Os países que compõem o BRIC têm grande relevância nas emissões mundiais, compondo, aproximadamente, mais de um terço das emissões totais do mundo, isso mostra sua importância para o combate do aquecimento global. Por isso, apesar de não serem países com metas de redução, precisam da atenção mundial, uma vez que são potenciais em emissão de GEE.

Os setores com maior participação na produção das economias do BRIC são de administração pública para a economia brasileira, o de atacado para a economia russa, o de construção para a economia indiana e o de eletrônicos e equipamentos ópticos para a economia chinesa. Esses setores também têm relevância no controle do aquecimento global, visto que existe uma relação próxima entre produção e emissões de GEE.

Os resultados mostram a importância da infraestrutura na mitigação de poluentes, dado que os setores de transportes para o Brasil e o setor de eletricidade, gás e água para Rússia, Índia e China são os principais responsáveis pela intensidade de emissão de CO_2 . Assim como dar maior atenção para o setor primário, agricultura e extrativismo mineral, e de serviço, por serem os maiores geradores de CH_4 e N_2O nas economias do BRIC.

As emissões diretas nos principais setores são efetivamente maiores que as emissões indiretas, indicando que a intensidade dos poluentes está intensamente relacionada com o consumo do próprio setor. Em relação aos setores que se destacam com alto percentual de transbordamento, as emissões totais em outros países são baixas, indicando que apesar de utilizarem parte significativa da estrutura produtiva de outros países, seu potencial de emissão é pequeno, causando pouca preocupação.

A principal contribuição do trabalho consiste em demonstrar a importância do BRIC nas emissões de GEE, apesar de não estarem entre os países com metas de redução, além de destacar os principais setores com maior potencial de emissão dentro e fora do seu país de origem. No entanto a discussão de quais políticas poderiam surtir mais efeitos nesses setores para combater o aquecimento global não foram abordadas neste trabalho, podendo ficar como sugestão para discussões em trabalhos posteriores.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, José Célio Silveira *et al.* Mudança climática, protocolo de Kyoto e mercado de créditos de Carbono: desafios à governança ambiental global. **Repositório Institucional**: UFBA, Salvador, v. 15, n. 45, p. 29-45, jul. 2008. Disponível em: <https://repositorio.ufba.br/ri/handle/ri/1607>. Acesso em: 30 abr. 2018.

BENACHENHOU, Abdellatif *et al.* **Países Emergentes**. Brasília: Fundação Alexandre de Gusmão, 2013. 234 p.

CASLER, Stephen D.; BLAIR, Peter D.. Economic structure, fuel combustion, and pollution emissions. **Ecological Economics**, [S.L.], v. 22, n. 1, p. 19-27, jul. 1997. Elsevier BV.

CIANI, Tomaz Alvarez; PIMENTA JUNIOR, Tabajara; OLIVEIRA, Rossimar Laura de. O desempenho de grandes empresas do BRIC, EUA, Japão e Alemanha: uma comparação com base na geração de valor. **Gestão & Produção**, [S.L.], v. 22, n. 4, p. 835-845, 30 out. 2015. FapUNIFESP (SciELO).

DELMONT, Luís Gustavo. **Análise dos impactos econômicos oriundos da reciclagem de resíduos sólidos urbanos para a economia brasileira no ano de 2004**: uma abordagem insumo-produto. 2007. 115 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências Economicas, Uma Abordagem Insumo-Produto, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2007. Disponível em: <https://repositorio.ufba.br/ri/handle/ri/8932>. Acesso em: 30 jul. 2019.

GODOY, Sara Gurfinkel Marques de *et al.* O protocolo de Kyoto e os países em desenvolvimento. **Pesquisa e Debate**, São Paulo, v. 18, n. 2, p. 329-353, 27 ago. 2007. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/index.php/rpe/article/view/11774>. Acesso em: 25 ago. 2019.

HETHERINGTON, Robert. 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.

HILGEMBERG, Emerson Martins *et al.* **Quantificação e efeitos econômicos do controle de emissões de CO₂ decorrentes do uso de gás natural, álcool e derivados de petróleo no Brasil**: um modelo interregional de insumo-produto. 2007. 151 f. Tese (Doutorado) - Curso de Economia Aplicada, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2004. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11132/tde-01102007-111239/pt-br.php>. Acesso em: 05 abr. 2017.

ISARD, W. inter-regional and regional input-output analysis: a modelo f space-economy. *Review of economics and statistic*, n.33, p.319-328, 1951.

LABANDEIRA, X.; LABEAGE, J. M. Estimation and controlo f Spanish energy-related CO₂ emissions: an input-output approach. *Energy policy*, n.30, p.597-611, 2002.

Leontief, W. *Input-Output Economics*. Segunda Edição. New York: Oxford University Press, p.452, 1986.

LIMA, Magda Aparecida de *et al.* **AGROPECUÁRIA BRASILEIRA E AS MUDANÇAS CLIMÁTICAS GLOBAIS**: caracterização do problema, oportunidades e desafios. **Cadernos de Ciência e Tecnologia**, Brasília, v. 19, n. 3, p. 451-472, dez. 2002. Disponível em: <https://seer.sct.embrapa.br/index.php/cct/article/view/8816>. Acesso em: 04 mar. 2019.

MACHADO, Giovani Vitória *et al.* **Meio Ambiente e Comércio Exterior**: impactos da especialização comercial brasileira sobre o uso de energia e as emissões de carbono do país. 2002. 184 f. Tese (Doutorado) - Curso de Programa de Planejamento Energético, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2002. Disponível em: <http://www.ppe.ufrj.br/index.php/pt/publicacoes/teses-e-dissertacoes/2002/1179-meio-ambiente-e-comercio-exterior-impactos-da-especializacao-comercial-brasileira-sobre-o-uso-de-energia-e-as-emissoes-de-carbono-do-pais>. Acesso em: 04 set. 2018.

MARTINS, Claudia Rocha *et al.* Ciclos globais de carbono, nitrogênio e enxofre: a importância na química da atmosfera. **Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 1, n. 5, p. 28-41, nov. 2003. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/cadernos/05/>. Acesso em: 14 maio 2018.

MATTOS, Laura Bedeschi Rego de. **A IMPORTÂNCIA DO SETOR DE TRANSPORTES NA EMISSÃO DE GASES DO EFEITO ESTUFA**: o caso do município do rio de janeiro. 2001. 179 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências em Planejamento Energético, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2001.

MOREIRA, Helena Margarido; GIOMETTI, Analúcia Bueno dos Reis. Protocolo de Quioto e as possibilidades de inserção do Brasil no Mecanismo de Desenvolvimento Limpo por meio de projetos em energia limpa. **Contexto Internacional**, [S.L.], v. 30, n. 1, p. 9-47, abr. 2008. FapUNIFESP (SciELO).

MORETTO, Antonio Carlos. **Relações intersetoriais e inter-regionais na economia paranaense em 1995**. 2000. 177 f. Tese (Doutorado) - Curso de Economia Aplicada, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2000. Disponível em:

<https://teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11132/tde-20200111-150647/es.php>.
Acesso em: 20 mar. 2018.

ROBERTSON, G Philip *et al.* Abatement of nitrous oxide, methane, and the other non-CO₂ greenhouse gases: the need for a systems approach. **Island Press**, Washington, v. 8, n. 1, p. 493-506, jan. 2004. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/304047579_Abatement_of_nitrous_oxide_methane_and_the_other_non-CO_2_greenhouse_gases_the_need_for_a_systems_approach. Acesso em: 09 maio 2018.

SEGALA, K. (Coord.). Gestão integrada de resíduos sólidos. Rio de Janeiro: IBAM, 2007a.

SEGALA, K.. Conceito, planejamento e oportunidades. Rio de Janeiro: IBAM, 2007b.

SEGALA, K.. Agregando valor social e ambiental. Rio de Janeiro: IBAM, 2007c.

VIEIRA, Flávio Vilela; VERÍSSIMO, Michele Polline. Crescimento econômico em economias emergentes selecionadas: brasil, Rússia, Índia, China (BRIC) e África do Sul. **Economia e Sociedade**, Campinas, v. 18, n. 337, p. 513-546, dez. 2009. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/ecos/article/view/8642750>. Acesso em: 03 jul. 2018.

WORLD BANK. World Development Indicators 2012. World Bank, 2012. Disponível em: www.worldbank.org/pt/country/brazil>. Acesso em: 15 jan. 2016.

WIOD. World Input-Output Database. Disponível em: <<http://www.wiod.org>>. Acesso em: 15 abr. 2016.

Estrutura produtiva do Brasil, Rússia, Índia e China (BRIC) relacionada ao potencial da emissão dos gases do efeito estufa por unidade monetária, em 2009

APÊNDICE

TABELA A1 – Efeito Gerador – Direto e Indireto – e Transbordamento para Emissões de CO₂ - BRIC - em 2009

Setor Econômico	Brasil				Rússia				Índia				China			
	Direto		Transbor-		Direto		Transbor-		Direto		Transbor-		Direto		Transbor-	
	%	%	Total	damento	%	%	Total	damento	%	%	Total	damento	%	%	Total	damento
Agropecuária	56,54	43,46	0,32	18,47	28,30	71,70	0,87	4,65	35,47	64,53	0,52	4,92	23,79	76,21	0,56	6,77
Extrativismo mineral	61,52	38,48	0,43	12,43	40,00	60,00	1,57	1,51	80,62	19,38	3,27	1,45	22,88	77,12	1,83	3,89
Alimentos, bebidas e fumo	11,49	88,51	0,23	21,89	5,72	94,28	0,78	5,89	40,31	59,69	1,32	5,60	12,61	87,39	0,72	7,11
Têxteis	26,47	73,53	0,21	36,20	7,78	92,22	0,94	15,17	8,67	91,33	1,36	10,94	7,62	92,38	1,00	7,93
Vestuário	19,12	80,88	0,19	33,10	5,27	94,73	0,98	7,82	4,72	95,28	0,77	11,92	3,50	96,50	0,74	10,14
Madeira e produtos de	22,10	77,90	0,18	23,42	15,93	84,07	1,19	3,89	56,75	43,25	1,89	4,02	6,43	93,57	1,05	7,78
Papel, celulose e gráfica	37,00	63,00	0,26	23,49	6,97	93,03	1,11	4,43	22,78	77,22	1,91	6,64	15,96	84,04	1,38	7,10
Refino de petr. e comb.	39,98	60,02	0,52	21,14	27,50	72,50	1,95	1,38	24,53	75,47	1,75	10,93	22,58	77,42	1,73	11,40
Indústria química	39,50	60,50	0,41	27,91	45,98	54,02	3,39	2,14	29,03	70,97	1,87	10,23	16,90	83,10	1,98	7,03
Borracha e plástico	13,61	86,39	0,28	44,78	2,39	97,61	1,61	6,90	6,75	93,25	1,61	12,40	4,48	95,52	1,50	9,83
Outros minerais não	76,59	23,41	1,14	6,18	63,78	36,22	4,59	1,09	52,33	47,67	4,70	2,98	48,56	51,44	3,65	2,49
Metalurgia	56,08	43,92	0,59	15,53	54,04	45,96	3,69	1,42	25,27	74,73	3,02	5,71	21,16	78,84	2,25	6,33
Máquinas e equipamentos	7,98	92,02	0,28	32,81	3,73	96,27	1,51	4,05	7,51	92,49	1,44	11,74	4,10	95,90	1,40	8,27
Eletrônicos e equip. ópticos	10,90	89,10	0,29	47,85	2,62	97,38	1,63	5,24	5,20	94,80	1,27	13,47	1,13	98,87	1,16	13,18
Equipamentos de transporte	4,73	95,27	0,25	41,06	4,93	95,07	1,21	9,11	9,91	90,09	1,54	11,12	3,85	96,15	1,17	9,28
Manufatura e reciclagem	14,11	85,89	0,22	31,25	2,89	97,11	1,45	4,81	1,38	98,62	0,92	61,29	7,05	92,95	0,94	8,27
Eletricidade, gás e água	57,07	42,93	0,35	12,57	82,84	17,16	7,79	0,45	75,57	24,43	16,53	0,78	65,26	34,74	10,58	0,76
Construção	9,44	90,56	0,28	20,94	3,86	96,14	1,34	4,38	2,69	97,31	1,49	10,15	3,03	96,97	1,66	6,06
Venda e manut. de veículos	31,94	68,06	0,09	19,12	7,65	92,35	0,55	4,37	25,15	74,85	0,16	10,55	0,00	0,00	0,00	0,00
Atacado	19,95	80,05	0,08	22,49	4,40	95,60	0,66	4,53	9,29	90,71	0,14	12,78	2,99	97,01	0,47	7,12
Varejo	42,85	57,15	0,11	16,06	6,87	93,13	0,51	4,41	21,64	78,36	0,16	11,04	11,82	88,18	0,51	6,47
Hotéis e restaurantes	21,67	78,33	0,14	20,40	8,52	91,48	1,13	3,11	38,78	61,22	1,12	6,33	10,57	89,43	0,74	5,59
Transportes terrestres	79,20	20,80	0,55	6,43	47,90	52,10	2,02	1,81	14,60	85,40	1,17	11,72	34,06	65,94	1,07	5,43
Transportes aquáticos	93,35	6,65	1,71	2,06	47,63	52,37	2,52	1,82	69,92	30,08	2,51	3,88	54,77	45,23	1,68	4,92
Transportes aéreos	81,09	18,91	0,60	5,85	51,32	48,68	3,48	1,69	54,08	45,92	1,53	15,66	64,04	35,96	2,80	4,59
Outras ativ. de suporte aos	46,80	53,20	0,21	16,45	9,67	90,33	1,22	3,14	18,14	81,86	1,59	3,86	29,96	70,04	0,92	7,28
Comunicações	21,55	78,45	0,17	24,25	7,54	92,46	0,59	3,90	9,52	90,48	0,85	9,47	5,00	95,00	0,55	8,69
Intermediação financeira	6,00	94,00	0,05	20,43	4,80	95,20	0,45	4,57	2,63	97,37	0,27	11,03	3,01	96,99	0,29	7,58
Aluguéis	13,60	86,40	0,02	21,90	7,75	92,25	0,52	2,12	3,72	96,28	0,11	10,07	6,39	93,61	0,19	8,33
Serviços prestados às	23,18	76,82	0,12	23,75	3,83	96,17	0,51	5,17	13,12	86,88	0,36	14,38	7,41	92,59	0,77	9,50
Administração pública	34,51	65,49	0,10	17,15	5,45	94,55	0,80	4,54	100,00	0,00	0,01	0,00	11,87	88,13	0,64	6,95
Educação	30,69	69,31	0,09	18,70	14,24	85,76	0,62	4,86	18,61	81,39	0,14	17,86	9,31	90,69	0,73	6,27
Saúde	12,38	87,62	0,14	33,28	7,31	92,69	0,71	5,66	5,02	94,98	0,50	21,37	8,10	91,90	1,16	9,26
Outros serviços	42,14	57,86	0,16	17,89	26,65	73,35	1,81	28,36	41,56	58,44	0,28	32,86	18,37	81,63	0,81	7,61

Fonte: Elaborada pelos Autores, com utilização do Software MATLAB.

TABELA A2 – Efeito Gerador – Direto e Indireto – e Transbordamento para Emissões de CH₄ - BRIC - em 2009

Setor Econômico	Brasil				Rússia				Índia				China			
	Direto		Transbor-		Direto		Transbor-		Direto		Transbor-		Direto		Transbor-	
	%	%	Total	damento	%	%	Total	damento	%	%	Total	damento	%	%	Total	damento
Agropecuária	88,28	11,72	105,2	0,59	65,68	34,32	33,35	6,36	89,0	10,95	71,2	0,36	74,0	25,97	39,12	2,87
Extrativismo mineral	79,03	20,97	16,24	3,17	79,60	20,40	49,29	0,29	95,0	4,99	62,0	0,57	85,2	14,80	76,03	1,14
Alimentos, bebidas e fumo	0,34	99,66	40,03	2,59	0,85	99,15	14,70	12,29	0,97	99,03	32,0	5,01	0,09	99,91	21,43	10,49
Têxteis	0,34	99,66	6,14	11,48	1,34	98,66	8,57	16,50	0,37	99,63	13,9	8,14	0,08	99,92	13,01	10,73
Vestuário	0,31	99,69	5,28	10,18	0,94	99,06	9,54	9,75	0,27	99,73	18,6	4,16	0,04	99,96	14,16	12,11
Madeira e produtos de	0,83	99,17	16,51	3,78	2,21	97,79	13,96	4,75	1,87	98,13	21,3	18,73	0,13	99,87	14,97	17,06
Papel, celulose e gráfica	4,40	95,60	9,98	5,75	1,43	98,57	12,97	4,27	2,08	97,92	9,01	18,12	0,57	99,43	10,36	12,49
Refino de petr. e comb.	13,42	86,58	16,46	9,30	5,99	94,01	23,45	0,72	1,57	98,43	12,8	19,16	0,68	99,32	35,25	8,94
Indústria química	4,39	95,61	5,28	16,65	7,87	92,13	17,73	2,58	4,48	95,52	6,89	21,91	1,68	98,32	17,13	9,31
Borracha e plástico	0,44	99,56	3,94	20,57	0,60	99,40	12,11	5,93	0,30	99,70	10,7	13,43	0,09	99,91	11,83	12,50
Outros minerais não	6,70	93,30	4,42	15,46	25,56	74,44	20,28	1,37	3,82	96,18	7,25	17,64	0,99	99,01	18,06	5,64
Metalurgia	10,18	89,82	3,82	27,00	11,00	89,00	18,17	1,90	2,29	97,71	8,99	14,68	0,74	99,26	17,40	10,62
Máquinas e equipamentos	0,28	99,72	2,57	24,99	0,99	99,01	12,36	2,90	0,16	99,84	7,53	14,95	0,06	99,94	9,55	11,21
Eletrônicos e equip. ópticos	0,27	99,73	2,80	29,80	0,53	99,47	10,72	4,50	0,13	99,87	6,09	18,42	0,02	99,98	7,98	13,06
Equipamentos de transporte	0,20	99,80	2,57	23,95	1,63	98,37	8,69	5,88	0,24	99,76	9,98	10,89	0,06	99,94	8,12	11,73
Manufatura e reciclagem	0,75	99,25	4,11	12,48	0,39	99,61	12,17	4,61	0,24	99,76	4,84	61,70	0,21	99,79	9,78	13,02
Eletricidade, gás e água	15,74	84,26	2,91	12,30	75,05	24,95	72,53	0,29	14,1	85,89	9,67	11,40	2,61	97,39	18,69	5,07
Construção	0,37	99,63	2,36	18,53	0,74	99,26	9,87	3,11	0,26	99,74	5,59	20,79	0,04	99,96	11,83	9,10
Venda e manut. de veículos	1,21	98,79	1,55	8,73	0,15	99,85	6,53	2,34	10,5	89,45	0,74	17,29	0,00	0,00	0,00	0,00
Atacado	0,13	99,87	1,53	8,83	0,08	99,92	8,08	2,34	0,68	99,32	0,66	19,20	0,16	99,84	4,07	8,82
Varejo	0,17	99,83	1,53	8,82	0,13	99,87	6,10	2,34	0,98	99,02	0,66	19,14	0,26	99,74	4,07	8,81
Hotéis e restaurantes	0,01	99,99	15,16	3,58	0,42	99,58	12,84	7,69	0,47	99,53	22,1	6,66	0,10	99,90	13,71	10,07
Transportes terrestres	3,49	96,51	3,22	8,95	79,79	20,21	55,42	0,35	0,84	99,16	8,30	13,91	1,22	98,78	8,13	8,70
Transportes aquáticos	6,75	93,25	3,33	8,65	8,09	91,91	15,26	1,59	8,29	91,71	3,33	21,17	1,20	98,80	10,05	10,22
Transportes aéreos	0,23	99,77	3,11	9,26	0,22	99,78	18,03	1,72	0,10	99,90	3,95	36,49	0,10	99,90	12,94	10,55
Outras ativ. de suporte aos	0,75	99,25	3,13	9,21	0,29	99,71	11,74	1,72	1,79	90,21	3,69	14,55	1,65	98,35	12,07	8,86
Comunicações	0,05	99,95	3,61	9,27	0,15	99,85	6,64	1,49	1,39	98,61	1,77	29,77	0,18	99,82	3,47	10,36
Intermediação financeira	0,04	99,96	1,48	6,27	0,10	99,90	5,73	4,07	0,54	99,46	1,14	21,00	0,15	99,85	2,62	9,36
Aluguéis	0,15	99,85	0,32	10,49	0,53	99,47	8,23	1,13	0,22	99,78	0,48	17,75	0,32	99,68	1,91	8,91
Serviços prestados às	0,17	99,83	2,61	9,26	0,10	99,90	5,93	2,16	0,41	99,59	2,95	11,82	0,34	99,66	7,06	10,26
Administração pública	0,85	99,15	1,88	8,30	0,11	99,89	10,08	4,87	100,00	0,00	0,01	0,00	1,34	98,66	6,22	8,48
Educação	0,17	99,83	1,82	7,67	0,23	99,77	8,51	4,30	1,00	99,00	0,93	18,45	0,37	99,63	5,45	9,20
Saúde	0,14	99,86	2,56	13,42	0,13	99,87	9,03	6,77	0,36	99,64	3,14	24,14	0,36	99,64	9,31	10,73
Outros serviços	90,77	9,23	27,13	0,86	87,22	12,78	112,2	0,15	97,2	2,72	156,	0,31	79,7	20,25	41,94	1,74

Fonte: Elaborada pelos Autores, com utilização do Software MATLAB

TABELA A3 – Efeito Gerador – Direto e Indireto – e Transbordamento para Emissões de N₂O - BRIC - em 2009

Setor Econômico	Brasil				Rússia				Índia				China			
	Direto	Indiret	Total	Transbor-	Direto	Indireto	Total	Transbor-	Direto	Indiret	Total	Transbor-	Direto	Indireto	Total	Transbor-
	%	%	%	damento	%	%	%	damento	%	%	%	damento	%	%	%	damento
Agropecuária	88,84	11,16	5,67	0,59	82,04	17,96	3,85	3,62	89,3	10,68	3,33	0,33	78,1	21,81	2,62	2,35
Extrativismo mineral	27,58	72,42	0,07	11,92	12,80	87,20	0,04	15,28	16,4	83,51	0,08	14,06	1,89	98,11	0,13	13,35
Alimentos, bebidas e fumo	0,51	99,49	2,12	2,85	0,19	99,81	1,04	11,20	1,90	98,10	1,48	6,00	0,14	99,86	1,32	9,67
Têxteis	0,38	99,62	0,29	11,70	4,19	95,81	0,14	50,48	0,58	99,42	0,50	9,15	0,10	99,90	0,64	11,01
Vestuário	0,38	99,62	0,24	11,43	2,50	97,50	0,21	25,57	0,34	99,66	0,79	4,17	0,04	99,96	0,75	11,99
Madeira e produtos de	1,38	98,62	0,86	3,96	0,83	99,17	0,66	6,28	3,71	96,29	1,00	25,53	0,34	99,66	0,76	20,82
Papel, celulose e gráfica	3,85	96,15	0,48	5,97	1,72	98,28	0,48	7,10	3,49	96,51	0,36	22,94	0,90	99,10	0,39	15,48
Refino de petr. e comb.	8,62	91,38	0,43	4,40	18,00	82,00	0,05	13,34	5,73	94,27	0,09	24,26	18,9	81,09	0,13	16,90
Indústria química	25,92	74,08	0,24	15,67	72,10	27,90	0,50	6,11	55,7	44,30	0,74	9,70	28,1	71,84	0,49	10,81
Borracha e plástico	0,45	99,55	0,16	27,07	5,87	94,13	0,17	26,42	0,72	99,28	0,52	14,01	0,19	99,81	0,37	18,65
Outros minerais não	25,29	74,71	0,14	9,61	14,61	85,39	0,08	13,96	21,1	78,90	0,17	13,63	12,5	87,47	0,20	12,37
Metalurgia	23,78	76,22	0,07	18,38	20,51	79,49	0,07	14,88	11,4	88,58	0,12	16,05	3,90	96,10	0,14	14,72
Máquinas e equipamentos	1,84	98,16	0,06	22,60	4,60	95,40	0,06	20,27	1,68	98,32	0,12	19,28	0,58	99,42	0,14	15,58
Eletrônicos e equip. ópticos	0,94	99,06	0,06	29,94	4,20	95,80	0,08	22,03	1,00	99,00	0,12	21,95	0,15	99,85	0,14	18,50
Equipamentos de transporte	1,25	98,75	0,06	25,48	4,77	95,23	0,06	28,33	3,08	96,92	0,16	17,09	0,67	99,33	0,15	16,10
Manufatura e reciclagem	1,20	98,80	0,18	11,72	2,20	97,80	0,18	15,78	0,81	99,19	0,16	62,71	0,39	99,61	0,38	15,83
Eleticidade, gás e água	17,78	82,22	0,05	12,14	52,17	47,83	0,10	8,40	66,6	33,34	0,41	4,87	49,5	50,45	0,34	4,39
Construção	2,97	97,03	0,07	15,32	2,80	97,20	0,08	15,58	2,13	97,87	0,16	15,22	0,65	99,35	0,18	14,83
Venda e manut. de veículos	6,16	93,84	0,03	10,05	4,28	95,72	0,05	15,60	17,3	82,62	0,02	19,87	-	-	0,00	-
Atacado	1,30	98,70	0,03	10,57	2,09	97,91	0,06	15,96	2,33	97,67	0,02	23,50	0,25	99,75	0,10	12,06
Varejo	2,76	97,24	0,03	10,41	3,75	96,25	0,04	15,69	5,19	94,81	0,02	22,81	0,74	99,26	0,10	12,00
Hóteis e restaurantes	0,05	99,95	0,79	3,92	1,11	98,89	0,22	28,97	0,85	99,15	1,03	7,86	0,07	99,93	0,76	9,94
Transportes terrestres	18,52	81,48	0,09	8,05	27,19	72,81	0,06	13,08	9,43	90,57	0,18	13,46	25,0	74,94	0,14	9,62
Transportes aquáticos	41,21	58,79	0,13	5,80	46,21	53,79	0,10	9,66	36,2	63,76	0,20	14,09	20,0	79,95	0,14	11,37
Transportes aéreos	27,66	72,34	0,11	7,14	41,25	58,75	0,12	10,55	12,1	87,84	0,15	32,76	21,1	78,89	0,24	10,88
Outras ativ. de suporte aos	2,68	97,32	0,08	9,61	9,08	90,92	0,05	16,33	10,8	89,13	0,12	14,75	0,95	99,05	0,33	10,48
Comunicações	0,75	99,25	0,09	9,80	6,02	91,98	0,03	14,36	6,42	93,58	0,05	25,40	0,56	99,44	0,08	13,95
Intermediação financeira	0,40	99,60	0,03	10,63	1,06	98,94	0,05	30,40	1,50	98,50	0,04	21,09	0,21	99,79	0,07	12,16
Aluguéis	0,76	99,24	0,01	12,80	2,74	97,26	0,03	15,61	0,37	99,63	0,01	14,97	0,29	99,71	0,04	12,94
Serviços prestados às	1,26	98,74	0,06	9,75	3,82	96,18	0,03	17,32	1,48	98,52	0,06	19,66	0,41	99,59	0,19	13,54

Fonte: Elaborada pelos Autores, com utilização do Software MATLAB.