

IMPACTOS DE UMA POLÍTICA DE TAXAÇÃO DE EMISSÕES SOBRE DIFERENTES NÍVEIS DE RENDA DA ECONOMIA BRASILEIRA¹

Lúcio Flávio da Silva Freitas²

Luiz Carlos de Santana Ribeiro³

Kênia Barreiro de Souza⁴

RESUMO

A emissão de gases de efeito estufa (GEE) gerada pela atividade humana é uma das principais causas do aquecimento global e das mudanças climáticas. Há um grande debate em relação à escolha da melhor maneira de se reduzir as emissões no âmbito de uma política de mitigação. Desse modo, o objetivo deste artigo é medir o impacto de uma política de taxaço de emissões de GEE na economia brasileira como um todo e nos diferentes níveis de renda dos seus consumidores. Para tanto, deriva-se um sistema de preços a partir de um modelo de insumo-produto nacional que incorpora a intensidade das emissões de GEE, bem como o vetor de consumo desagregado em vinte famílias representativas com diferentes níveis de renda domiciliar. Os principais resultados indicam que a tributação foi levemente regressiva, e teve pequeno impacto, também negativo, sobre o produto. Houve, no entanto, importante reduço das emissões.

Palavras-Chave: Emissões; distribuição de renda; insumo-produto.

ABSTRACT

The emission of greenhouse gases (GHG) generated by human activity is a major cause of global warming and climate change. There is considerable debate regarding the choice of the best mechanism to reduce emissions under a climate policy. In this regard, the aim of this paper is to measure the impact of a policy of taxing GHG emissions in the Brazilian economy as a whole and in the different household income levels. To do so, we derive a price system from a national input-output model that incorporates the intensity of GHG emissions, as well as a vector disaggregated consumption in twenty representative families with different levels of household income. The main results indicate that taxation was slightly regressive, and had little impact, also negative, on output. There were, however, significant emissions reduction.

Keywords : Emissions; income distribution; input-output.

RESUMEN

¹ Este trabalho contou com o apoio da FAPEMIG.

² Doutorando em Economia - IE/UNICAMP. Email: lucioffreitas@yahoo.com.br.

³ Doutorando em Economia - CEDEPLAR/UFMG. Email: ribeiro.luiz84@gmail.com

⁴ Doutoranda em Economia - CEDEPLAR/UFMG. Email: keniadesouza@gmail.com

La emisión de gases de efecto invernadero generados por la actividad humana es la causa principal del calentamiento global y el cambio climático. Existe un considerable debate sobre la elección de la mejor manera de reducir las emisiones bajo una política de mitigación. Por lo tanto, el propósito de este artículo es medir el impacto de una política de gravar las emisiones de gases de efecto invernadero en la economía brasileña en su conjunto y los distintos niveles de ingresos de los consumidores. Para ello, se deriva de un sistema de fijación de precios a partir de un modelo de insumo-producto nacional que incorpora la intensidad de las emisiones de gases de efecto invernadero, así como vector de consumo desglosados en veinte familias representativas de diferentes niveles de ingresos del hogar. Los principales resultados indican que la tributación fue ligeramente regresiva, y tuvo poco impacto, demasiado negativo sobre el producto. Hubo, sin embargo, la reducción significativa de las emisiones .

Palabras clave: emisiones; distribución de la renta ; insumo-producto.

1 Introdução

A emissão de gases de efeito estufa (GEE) gerada pela atividade humana é uma das principais causas do aquecimento global e das mudanças climáticas. Magalhães e Domingues (2013) argumentam que a elevação média de temperatura observada desde meados do século XX foi em grande medida causada pela concentração de GEE na atmosfera. Ainda segundo essa autora, o Brasil tem predisposição para sofrer fortemente os impactos negativos de alterações climáticas. Nos últimos 50 anos, esse país já acumula um aquecimento aproximado de 0.7 °C, sendo maior do que a estimativa mais otimista de aumento médio global de 0.64 °C. Desse modo, políticas de mitigação devem ser elaboradas no intuito de se tentar reverter este quadro.

Os países em desenvolvimento, notadamente o Brasil, a China e a Índia têm sofrido pressões da comunidade internacional em relação à implantação de políticas de mitigação devido, em parte, ao seu rápido crescimento do PIB e das emissões (RONG, 2010). É esperado que as emissões de CO₂ desses países respondam por mais da metade das emissões globais em 2030, embora, em termos per capita, os países desenvolvidos ainda ocupam as primeiras posições (BOSETTI; BUCHNER, 2009; IEA, 2009).

O Protocolo de Kyoto talvez tenha sido o maior esforço conjunto de política no que remete ao controle das emissões globais. Ainda que o Brasil não tenha participado deste Protocolo, o país instituiu a Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC) por meio da Lei no 12.187/2009, que define o compromisso nacional voluntário de adoção de ações de mitigação com reduções entre 36,1% e 38,9% das emissões de GEE projetadas para 2020 (MAGALHÃES; DOMINGUES, 2013; GURGEL; PALTSEV, 2014).

Ainda há um grande debate em relação à escolha da melhor maneira de se reduzir as emissões no âmbito de uma política de mitigação. Entre outras podemos destacar: mecanismos econômicos, subsídios, impostos, políticas *cap and trade*, mercados de crédito de carbono e regulamentações governamentais (MAGALHÃES; DOMINGUES, 2013; SILVA; GURGEL, 2012). Contudo, um tema pouco abordado na literatura, especialmente para a economia brasileira, são os impactos que a adoção de uma dessas políticas teria sobre a economia, os setores e as emissões (MAGALHÃES; DOMINGUES, 2013). Mais que isso, qual seria, por exemplo, o impacto distributivo de uma política de taxação de emissões no Brasil?

Dada a heterogeneidade das emissões ao longo dos diferentes setores econômicos, os modelos multissetoriais como, os de insumo-producto e os de Equilíbrio Geral Computável (EGC) se

mostram instrumentos capazes de medir impactos de políticas de mitigação. Gurgel e Paltsev (2014), utilizando um modelo dinâmico de EGC, avaliaram o impacto da adoção de políticas alternativas para alcançarem as metas voluntárias adotadas pelo Brasil recentemente e concluíram, entre outras coisas, que a redução direta de emissões do deflorestamento é a opção de maior custo-efetivo. Cristóbal (2010, 2012), Hristu-Varsakelis et al. (2010) e Hristu-Varsakelis et al. (2012), por outro lado, utilizaram um modelo integrado de insumo-produto ambiental e programação linear para minimizar emissões sujeito a restrições econômicas e ambientais.

A representação tradicional dos modelos de insumo-produto, no entanto, trata a economia pelo lado da demanda. Para medir um impacto da adoção de uma política de taxaço por meio da utilização dessa metodologia, deve-se recorrer aos *supply-side input-output models* ou também conhecidos como modelos de preços ou modelo de Ghosh (GHOSH, 1958; LEONTIEF, 1941, 1966; MILLER; BLAIR, 2009). Assim, o objetivo deste artigo é medir o impacto de uma política de taxaço de emissões de GEE na economia brasileira como um todo e nos diferentes níveis de renda dos seus consumidores. Para tanto, deriva-se um sistema de preços a partir de um modelo de insumo-produto nacional que incorpora a intensidade das emissões de GEE, bem como o vetor de consumo desagregado em vinte famílias representativas com diferentes níveis de renda domiciliar.

Este problema quando tratado sob uma perspectiva distributiva adquire maior relevância quando proposto para o Brasil, uma vez que este país apresenta historicamente elevados níveis de desigualdades de renda entre pessoas e regiões.

A próxima seção apresenta uma breve revisão da literatura sobre a relação entre políticas de taxaço e emissões. A terceira seção descreve os procedimentos metodológicos adotados. A quarta seção apresenta a base de dados, ao passo que a quinta seção discute os principais resultados. Na última seção são apresentadas as principais conclusões e direcionamentos de política.

2 Políticas de taxaço e emissões

A questão distributiva associada à cobrança sobre a emissão de GEE foi discutida em Symons; Proops; Gay (1994). Para os autores, mesmo uma reforma tributária neutra traria reduções significativas das emissões no Reino Unido. Já Tiezzi (2005) discutiu os efeitos da cobrança introduzida na Itália em 1999. A hipótese de regressividade desse imposto não foi confirmada.

Nos países em desenvolvimento a literatura é mais escassa. Gonzalez (2012), por exemplo, testou diferentes alternativas de reutilização das receitas geradas com o imposto para o México. O subsídio aos alimentos gerou uma distribuição mais progressiva do encargo, enquanto a redução compensatória dos impostos sobre a manufatura teve caráter regressivo. Orlov e Grethe (2012) investigaram os efeitos da taxaço em diferentes estruturas de mercado na Rússia. O melhor resultado, tanto ambiental quanto da eficiência econômica, foi obtido com a tributação sobre o trabalho. Dada a oligopolização no mercado de energia, a cobrança sobre o carbono diminuiu o produto e induziu o aumento do *mark-up* em alguns setores energo-intensivos. Estes dois países têm suas emissões mais concentradas no consumo de combustíveis fósseis.

No Brasil, Magalhães e Domingues (2013) aplicaram um modelo de equilíbrio geral computável para determinar endogenamente o preço do carbono para que diferentes metas de redução das emissões fossem alcançadas. No curto-prazo, o tributo foi regressivo e o preço do carbono mais elevado. Tourinho; Seroa da Motta; Alves (2003) simularam a cobrança sobre o CO₂ da queima de combustíveis fósseis através de um modelo ambiental de equilíbrio geral computável. O impacto foi pequeno e negativo sobre a renda das famílias, produto e nível de emissões, embora o investimento tenha aumentado. Conforme esperado, o modelo apontou o deslocamento de recursos dos setores mais intensivos para os setores menos intensivos em GEE.

Em resumo, os impactos da tributação variam conforme a estrutura produtiva e da demanda cada país, logo, não são prontamente generalizáveis. Para o Brasil, a literatura sugere a regressividade da cobrança, como indica o maior coeficiente de emissões, por unidade monetária da despesa, entre as famílias mais pobres. À diferença dos trabalhos anteriores, a seguir as emissões brasileiras foram desagregadas em maior número de setores, permitindo a observação mais atenta dos diferentes padrões de consumo. Também foi calculado o efeito de curto-prazo sobre a renda das famílias. A tributação foi levemente regressiva, e teve pequeno impacto, também negativo, sobre o produto. Houve, entretanto, importante redução das emissões.

3 Procedimentos Metodológicos

i) O Modelo de Insumo-Produto.

A equação básica do modelo de insumo-produto, de acordo com Miller e Blair (2009), pode ser expressa pela equação 1:

$$x = Z + f \quad (1)$$

Em que x é o vetor da produção total Z é a matriz de insumos intermediários, e f é o vetor de demanda final exógeno. Seja a matriz dos Coeficientes Técnicos dada por:

$$A = Z\hat{x}^{-1} \quad (2)$$

Em que cada $A = [a_{ij}]$ mostra a quantidade do insumo i utilizado como bem intermediário na produção do setor j . Então, a solução do modelo de Leontief por ser expressa pela equação 3.

$$x = (I - A)^{-1} f \quad (3)$$

Em que $(I-A)^{-1}$ é a matriz de impactos totais ou a matriz Inversa de Leontief.

ii) Incorporando emissões no modelo de insumo-produto.

A intensidade de emissões (e) foi calculada como o produto dos coeficientes de emissão (m), ou seja, a razão entre as emissões de cada um dos setores de atividade econômica, pela matriz de impactos totais sobre a economia:

$$e = m'(I - A)^{-1} \quad (5)$$

O vetor e tem dimensão 56×1 e representa as emissões lançadas no decorrer da cadeia produtiva dos bens finais.

iii) Modelo de preços.

Tradicionalmente na literatura de insumo-produto são apresentadas duas tradições de modelos de preços: o modelo de Ghosh (1958) e o modelo de preços de Leontief (1941, 1966)⁵. Neste trabalho foi adotado o último, o qual assume que as variações dos custos de produção são convertidas em aumento de preços. Deste modo, o preço (x') é igual à soma do custo dos insumos com os componentes do valor adicionado (v)

$$x' = i'A\hat{x} + v' \quad (6)$$

Pós-multiplicando a equação (6) por \hat{x}^{-1} , tem-se que:

$$i' = i'A + v_c \quad (7)$$

Se, $L = (I - A)^{-1}$ e $v_c = v'\hat{x}^{-1}$, e chamando $i' = \tilde{p}$, o índice de preços do ano base é dado por,:

$$\tilde{p} = L^0 v_c \quad (8)$$

iv) Imposto sobre as emissões.

Caso um imposto sobre a quantidade de CO₂ equivalente emitido fosse cobrado dos setores produtivos, o vetor dos impostos (T) alcançaria:

$$T' = \varphi e' \hat{x} \quad (9)$$

Seja $\tau' = T' \hat{x}^{-1}$, e φ a taxa por tonelada de CO₂ equivalente, R\$ 50,00. Finalmente, o vetor de preços ajustado:

$$\tilde{p} = L^0 (v + \tau) \cdot \tilde{p} \quad (10)$$

Seguindo Gemechu et al. (2002), se os valores monetários da produção setorial forem mantidos constantes, antes e depois do imposto, então, o produto setorial passa a ser:

$$x_j^1 = \frac{\tilde{p}}{\tilde{p}_j} x_j^0 \quad (11)$$

As emissões totais depois do imposto foram calculadas como:

$$e^1 = m' x^1 \quad (12)$$

v) Efeitos sobre o índice de preços (π) e receita do governo (g).

⁵ Vale salientar, no entanto, segundo Miller e Blair (2009), que ambos os modelos produzem os mesmos resultados. Para diferentes interpretações do modelo de Ghosh, ver Dietzenbacher (1997), Oosterhaven (1996) e Mesnard (2009).

O impacto sobre o índice de preços (π) é dado por:

$$\pi = \sum_{j=1}^{56} \tilde{p}_j \alpha_j \quad (13)$$

Onde α_j é a parcela que a produção do setor j representa no produto total da economia. A receita do governo com o novo imposto foi estimada como:

$$R = \varphi m' x^1 \quad (14)$$

vi) Impacto da variação real no consumo

A participação do setor i no consumo do vintil k no ano base pode ser representada como:

$$\theta_{ik} = \frac{\tilde{p} c_{ik}^0}{W_k^0} \quad (15)$$

Assumindo que as famílias reservam uma proporção fixa da renda para consumo e θ_{ik} se mantém constante, o consumo real após a variação de preços é dado por:

$$c_{ik}^1 = \frac{\theta_{ik} W_k^0}{\tilde{p}} \quad (16)$$

Desse modo, a variação real no consumo das famílias pode ser obtida por meio da equação (17):

$$\Delta c_i = c_{ik}^1 - c_{ik}^0 \quad (17)$$

Logo, a variação total no consumo é dada por $\Delta c_i = \sum_k (c_{ik}^1 - c_{ik}^0)$. Assim, o impacto na produção dessa variação sobre a economia brasileira pode ser estimado como:

$$\Delta x = (I - A)^{-1} \Delta c_i \quad (18)$$

Sabendo que W_{ik} é o total de pagamentos ao fator trabalho realizados pelo setor i ao vintil k , o efeito sobre a renda do trabalho, pode ser calculado como:

$$\Delta W_{ik} = \frac{W_{ik}}{x} \Delta x_i \quad (19)$$

Por sua vez, o efeito sobre a renda total é dado por:

$$\Delta W_{ik} = W_{ik} + \sum_i W_{ik} + \sum_i \Delta W_{ik} \quad (20)$$

4 Base de Dados

A matriz utilizada foi calculada a preços básicos, a partir das Tabelas de Recursos e Usos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) referente ao ano de 2009, de acordo com os procedimentos descritos em Guilhoto e Sesso Filho (2005) e hipótese de tecnologia de setor simples (MILLER; BLAIR, 2009).

Para a construção do vetor de emissões setoriais foram consideradas as emissões de gás carbônico (CO₂), gás metano (CH₄) e óxido nitroso (N₂O), tomadas em carbono equivalente. Os dados são das *Estimativas anuais de emissões de gases do efeito estufa no Brasil*⁶. Esses poluentes juntos constituem os chamados gases do efeito estufa⁷, os quais contribuem diretamente para o aquecimento global.

A abertura do consumo das famílias em diferentes vintis de renda foi realizada a partir dos dados da Pesquisa de Orçamento Familiar (POF), ao passo que as rendas do trabalho foram desagregadas de acordo com os dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD), ambas disponibilizadas pelo IBGE e referentes ao ano de 2009.

5 Resultados e Discussão

A estimativa das emissões brasileiras de GEE em CO₂ equivalente entre 1990 e 2010 foram reproduzidas no Gráfico 1.

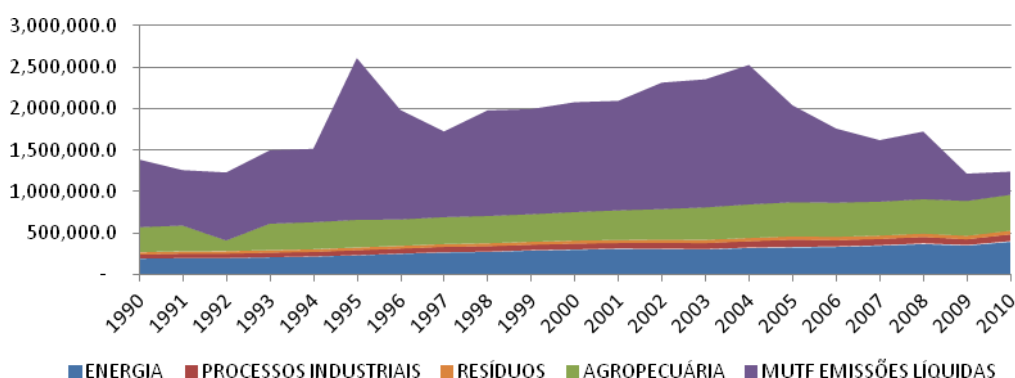


Gráfico 1 – Emissões de CO₂ eq. por fonte de emissões, em Gg, de 1990 a 2010.
Fonte: Dados do MCT, 2013, p. 12.

Enquanto as emissões devido a MUTF variaram de forma significativa, houve aumento contínuo e estável dos demais lançamentos de GEE na atmosfera, de 77% em todo o período. A taxa de crescimento dessas emissões alcançou 2,6% ao ano. Dado o comportamento mais errático e aparentemente descolado do ciclo econômico, e a importância crescente dos demais fatores nas emissões totais, a simulação dos efeitos de um imposto sobre o CO₂ equivalente desconsiderou a MUTF.

Os efeitos sobre o bem-estar de um imposto sobre as emissões de GEE vão muito além das alterações de curto-prazo do índice de preços e da renda real. Por exemplo, envolvem questões normativas, como a preservação do bem-estar das gerações futuras, já que os GEE

⁶ Os passos para a compatibilização entre os setores pesquisados e os setores de atividade econômica da matriz de insumo-produto estão descritos no Anexo 1.

⁷ Apesar do Hexafluoreto de Enxofre (SF₆), dos Clorofluorcarbonetos (CFCs) e dos Hidrofluorcarbonetos (HFCs) também serem considerados como gases do efeito estufa, os mesmos, de acordo com Genty; Arto e Neuwahl (2012) apresentam um impacto pequeno no aquecimento global.

lançados hoje na atmosfera terão impactos no aquecimento global em um horizonte longo de tempo. Todavia, o aspecto distributivo da renda é de suma importância em um contexto, como o brasileiro, de profundas desigualdades socioeconômicas. Com efeito, no ano de 2009, entre as faixas de renda domiciliar *per capita*, houve significativa variação dos níveis de emissão (Gráfico 2).

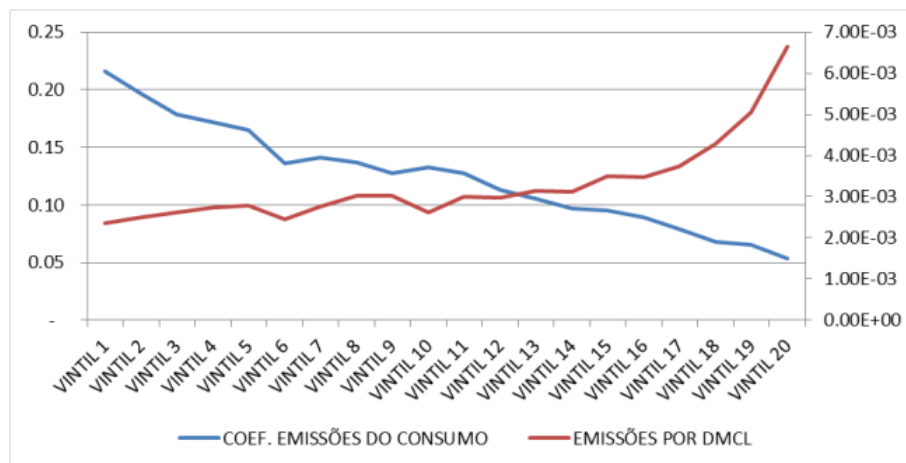


Gráfico 2 - Emissões domiciliares de CO₂ equivalente, em 2009.

*No eixo esquerdo, para a série dos coeficientes de emissão do consumo, valores em Gg por milhões de R\$. No eixo à direita, para as emissões por domicílios, valores em Gg.

Fonte: Elaboração própria, 2014.

A queda no coeficiente de emissões por unidade monetária reflete as alterações no padrão de consumo à medida em que a renda aumenta. Naquele ano, as emissões por domicílio mantiveram relativa estabilidade até os vintis de renda mais elevada, quando o efeito escala do consumo é mais proeminente. Para cada um dos GEE considerados as séries apresentaram comportamentos semelhantes.

Como a concentração dos gastos em consumo é ainda maior do que a concentração das emissões, um imposto sobre o consumo de itens mais intensivos em GEE teria efeito regressivo sobre o bem-estar, medido pela despesa em consumo. A razão entre o consumo domiciliar *per capita* dos dois vintis de renda mais elevada e dos quatro de menor renda foi de 13,21. No caso das emissões totais, essa razão foi de 4,09. Com efeito, o imposto simulado teve caráter regressivo, embora o efeito total estimado sobre o índice geral de preços seja relativamente pequeno, de 1,01%. Os preços da agropecuária, alimentos e bebidas, e algumas indústrias intensivas em CO₂ sofreram as maiores variações. O Gráfico 3 traz a variação compensatória do consumo domiciliar.

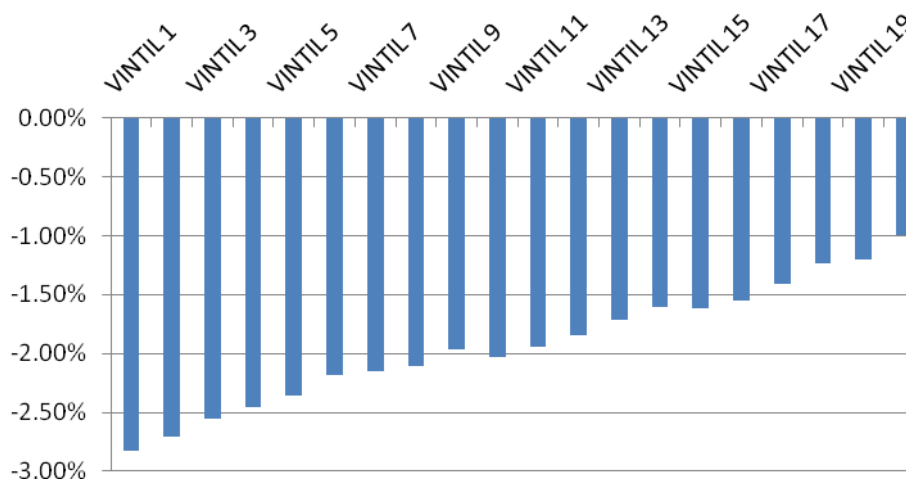


Gráfico 3 – Variação compensatória do consumo

Fonte: Elaboração própria, 2014.

Sobre os vintis de menor renda, o imposto causou perdas acima de 2,5% da despesa total. A receita estimada do governo com o novo imposto atingiu o valor elevado de R\$ 34 bilhões. Houve também uma queda expressiva no nível de emissões, totalizando 9%. As variações setoriais podem ser visualizadas na Tabela 1, para os 21 setores mais poluentes.

O setor mais intensivo em CO₂ equivalente é a Pecuária e pesca, o que explica a maior variação absoluta e percentual das suas emissões quando da introdução do imposto, o mesmo vale para os Transportes. A hipótese subjacente, de uma função de produção linear, implica que toda variação de emissões é resultado da queda na produção setorial, que foi ponderada pelo aumento dos preços. Os coeficientes de emissões permaneceram constantes. Daí que, a variação dos GEE lançados na atmosfera equivale à variação dos preços, e dado que uma parcela significativa do gasto dos domicílios de menor renda é destinada ao item alimentação, o resultado do imposto é a maior incidência sobre o consumo das famílias de menor renda.

Tabela 1 – Emissões setoriais totais de CO₂eq, antes e depois do imposto, em Gg.

SETORES	Antes do imposto	Depois do imposto	Variação
Pecuária e pesca	334.328,09	281.553,62	-0,16
Transporte, armazenagem e correio	140.911,19	136.449,62	-0,03
Fabricação de aço e derivados	58.654,91	55.662,59	-0,05
Agricultura, silvicultura, exploração florestal	41.892,72	41.141,61	-0,02
Refino de petróleo e coque	33.089,19	32.354,20	-0,02
Cimento	28.409,81	25.078,66	-0,12
Outros da indústria extrativa	21.474,02	20.152,76	-0,06
Petróleo e gás natural	19.201,82	18.842,98	-0,02
Produção e distribuição de eletricidade...	16.737,92	16.586,57	-0,01
Outros produtos de minerais não-metálicos	12.084,05	11.722,99	-0,03
Produtos químicos	10.971,49	10.752,79	-0,02
Metalurgia de metais não-ferrosos	6.281,42	6.127,71	-0,02
Alimentos e Bebidas	5.400,75	5.174,44	-0,04
Celulose e produtos de papel	4.488,48	4.428,47	-0,01
Minério de ferro	3.530,55	3.485,76	-0,01
Álcool	2.917,12	2.861,18	-0,02
Tintas, vernizes, esmaltes e lacas	1.858,72	1.830,14	-0,02
Administração pública e seguridade social	1.586,72	1.583,58	0,00
Construção civil	1.531,55	1.514,21	-0,01
Têxteis	1.311,12	1.300,13	-0,01
Fabricação de resina e elastômeros	997,65	986,27	-0,01
TOTAL 21 SETORES	747.659,30	679.590,26	-0,09
TOTAL GERAL	754.265,11	686.146,93	-0,09

Fonte: Elaboração própria, 2014.

A adoção de uma política de taxação, *ceteris paribus*, implica perda do poder aquisitivo dos consumidores, o que resultaria em uma queda da demanda e conseqüentemente um efeito negativo sobre a atividade produtiva. No exercício de simulação realizado aqui, este impacto alcançou o valor negativo de R\$ 57 bilhões, ou redução de 1.04% da produção total brasileira. O Gráfico 4 indica os setores que apresentam as maiores quedas.

Os treze setores trazidos no Gráfico 4 responderam juntos por aproximadamente 67% do impacto total. Percebe-se que entre eles estão atividades associadas ao segmento de serviços, as quais são demandadas diretamente pelos consumidores finais como, por exemplo, serviços de transporte, financeiro, comércio, saúde e alojamento e alimentação. Aparecem também alguns dos setores mais poluentes já indicados na Tabela 1, são eles: Alimentos e Bebidas, Agricultura, Pecuária e Pesca e Refino de Petróleo.

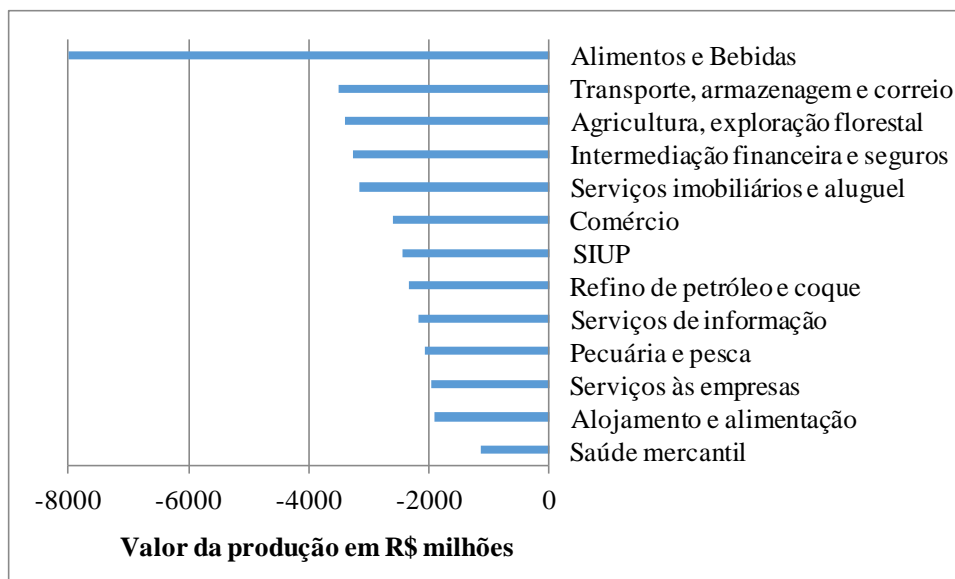


Gráfico 4: Impacto da variação total no consumo
Elaboração própria.

Em relação ao impacto distributivo, o Gráfico 5 revela o efeito sobre a renda do trabalho e sobre a renda total entre as vinte famílias representativas consideradas no presente estudo.

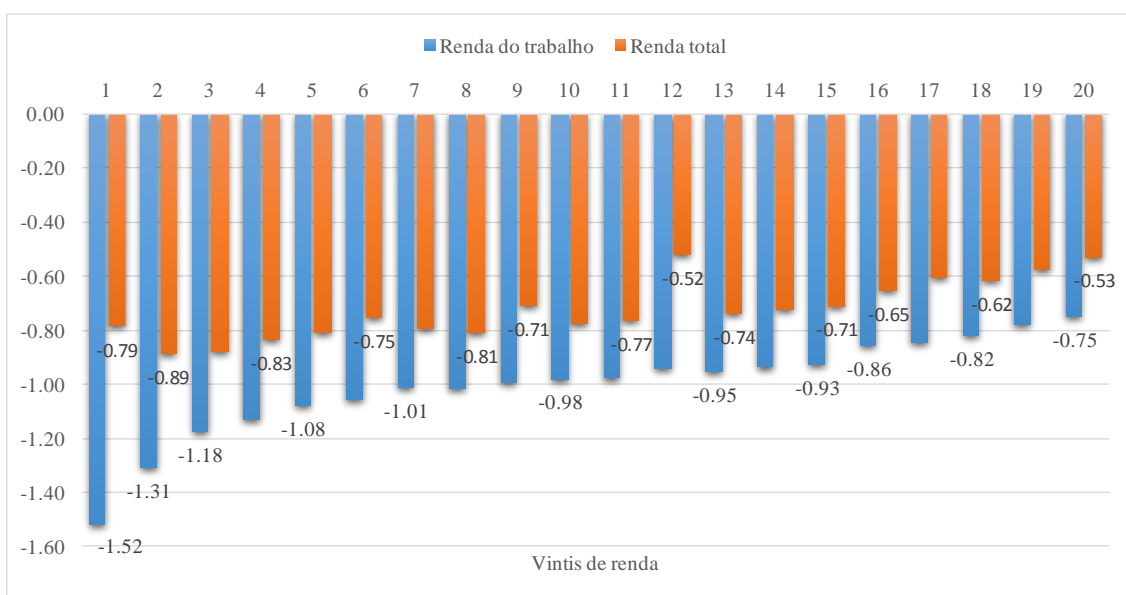


Gráfico 5: Impacto na renda do trabalho e na renda total por vintil
Elaboração própria.

Similar ao observado no resultado da variação compensatória (Gráfico 3), o efeito negativo tanto sobre a renda do trabalho quanto sobre a renda total é maior para as famílias de baixa renda. O primeiro vintil apresentou queda de 1.52% na renda do trabalho, ao passo que a redução no último vintil foi de 0.75%. Percebe-se claramente que o impacto é suavizado quando considerada a renda total, bem como a distribuição entre os vintis é mais homogênea. Isto pode ser explicado em parte por causa da renda advinda de pensões, aposentadorias e programas sociais⁸, a qual não é considerada quando utilizamos somente a renda do trabalho.

⁸ Merece destaque o programa "Bolsa família", criado em 2004. Grosso modo, o objetivo deste programa é distribuir uma renda mínima para as famílias consideradas pobres ou extremamente pobres.

O aspecto regressivo de um imposto sobre lançamento de poluentes foi cogitado em Seroa da Motta (2002), que estimou a pressão ambiental exercida pelas diferentes faixas de renda no Brasil. No caso específico dos GEE, Silva e Gurgel (2010) concluíram pela eficácia da tributação, já que os impactos sobre o PIB seriam pequenos, no longo prazo. Em Tourinho; Seroa da Motta e Alves (2003), a cobrança sobre o CO₂ dos combustíveis fósseis, avaliada para o ano base de 1998, trouxe impactos pouco expressivos nas variáveis macroeconômicas, nos três cenários em que o preço da tonelada de CO₂ variou entre U\$ 3, U\$ 10 e U\$ 20. As mudanças mais significativas ocorreram nos investimentos setoriais, com claro favorecimento dos setores menos intensivos em emissões, o que confirma o sentido desejado da política, a reorientação do sistema produtivo. Nestes trabalhos, porém, a questão distributiva não foi tratada.

Magalhães e Domingues (2013) apresentaram o primeiro estudo em que a cobrança sobre as emissões de GEE é avaliada quanto a seus resultados distributivos. Os autores concluíram que a devolução às famílias dos recursos obtidos com a tributação, através de subsídios ao consumo, não impedia o caráter regressivo da cobrança, revertido para moderadamente progressivo mediante a transferência direta de renda para as famílias mais pobres. O custo estimado para a redução de 10% das emissões foi de 1,26% do PIB, até 2030. O resultado foi atribuído à conjunção de uma matriz energética pouco intensiva em combustíveis fósseis, e níveis significativos de emissão na produção de alimentos, de modo que o tributo recaiu mais fortemente sobre as famílias mais pobres.

Em linhas gerais, o exercício ora realizado indicou que: i) como a concentração de renda é maior do que a concentração das emissões, a tributação teve efeitos iniciais regressivos, medidos pela variação compensatória da despesa em consumo; ii) quando a variação da produção, e conseqüentemente dos pagamentos aos fatores, foi considerada, os impactos regressivos diminuíram, quase desapareceram, se levada em conta a renda total, não apenas a renda do trabalho; iii) o impacto sobre o nível de preços e sobre a produção foi pequeno, já que o peso do tributo é maior sobre a pecuária, que tem participação pequena no valor bruto da produção; iv) nos primeiros vintis de renda, havia maior participação da agropecuária na renda do trabalho, daí o caráter regressivo mais acentuado que no rendimento total⁹.

Deste modo, é possível assinalar certa convergência da literatura quanto à pequena variação do PIB, e o sentido regressivo de um tributo sobre as emissões. Entretanto, aqui houve importante redução dos GEE e não houve piora tão grande na distribuição de renda, o que situa este trabalho em favor da política, mesmo no curto-prazo. Não obstante, o conjunto da evidência ainda empírica não autoriza uma defesa categórica da cobrança, já que, outras tantas considerações escaparam ao objetivo do texto. Como as implicações sobre a competitividade dos setores, ou o valor ótimo do tributo, e seus impactos dinâmicos. Outras limitações decorrem do método empregado. Os coeficientes de produção e emissão são constantes, e os consumidores reagem aos preços em proporções fixas.

6 Considerações Finais

Este artigo avaliou os impactos distributivos de um imposto sobre a emissão de GEE dos setores produtivos. No curto-prazo, há uma importante redução das emissões, porém, com uma distribuição desigual de seu ônus. As famílias de menor renda são mais afetadas em seu

⁹ Por exemplo, no primeiro vintil 46,92% da renda do trabalho provém de atividades relacionadas a Agricultura, silvicultura, exploração florestal.

bem-estar do que aquelas de maior poder aquisitivo. Uma vez que estas famílias são também aquelas com menores possibilidades de realização de gastos defensivos, e talvez as mais expostas a ambientes inóspitos, um imposto desse tipo requererá medidas compensatórias. Ademais, caso as emissões de GEE sejam interpretadas como *proxy* para a pressão ambiental, então, já vigora uma intensa desigualdade, em termos *per capita*, da pressão exercida sobre os recursos naturais, e que exige, em nome da equidade, a devida responsabilização.

Vale notar, do ponto de vista da oferta, há iniciativas promissoras para a redução das emissões de GEE na agricultura brasileira¹⁰, enquanto, do lado da demanda, o consumo de alimentos tende a se estabilizar à medida que o mesmo acontece com a população. Da análise dos diferentes perfis de consumo, pode-se sugerir que os impostos que incidam sobre certos produtos finais, e não sobre a produção em geral, e alterem os preços relativos de itens como o transporte, as viagens, e os móveis e utilidades domésticas, não terão impacto tão regressivo quanto o encarecimento dos produtos alimentícios. A estimativa deste impacto deve ser objeto de pesquisas futuras. Outras investigações também deverão observar os impactos no longo-prazo, considerando os efeitos recursivos, bem como a possibilidade de adoção de medidas compensatórias sobre a distribuição de renda, e suas implicações. A interação entre a distribuição de renda e a introdução de impostos ambientais tem outras nuances a serem exploradas. Por exemplo, quando a renda aumenta, a queda na participação relativa dos alimentos na cesta de consumo é mais aguda do que o aumento da participação de outros itens também intensivos em CO₂, como os transportes ou a energia. Daí que, a tributação destes últimos itens poderá ter, sobre os níveis de emissão, efeito complementar às ações para a melhor distribuição de renda, potencializando bons resultados socioeconômicos e ambientais.

REFERÊNCIAS

BOSETTI, V.; BUCHNER, B. Data Envelopment Analysis of different climate policy scenarios. **Ecological Economics**, v. 68, n. 5, p. 1340–1354, mar. 2009.

CRISTÓBAL, J. R. an Environmental/Input–Output Linear Programming Model To Reach the Targets for Greenhouse Gas Emissions Set By the Kyoto Protocol. **Economic Systems Research**, v. 22, n. 3, p. 223–236, set. 2010.

DIETZENBACHER, E. In Vindication of the Ghosh Model: A Reinterpretation as a Price Model. **Journal of Regional Science**, v. 37, n. 4, p. 629–651, 1997.

GEMECHU, E. D. et al. **Economic and Environmental Effects of the CO₂ Taxation: An Input-Output Analysis for Spain**: 2002. (Working Paper, 24) Department D’Economia – CREIP: [s.n.]. Disponível em: <<http://www.urv.cat/creip/media/upload/arxiu/wp/WP2012/DT.24-2012-1037-GEMECHU-BUTNAR-LLOP-CASTELLS.pdf>>.

GENTY, A.; ARTO, I.; NEUWAHL, F. **Final Database of Environmental Satellite Accounts: Technical Report on their Compilation**. WIOD Documentation Deliverable 4.6, 2012: [s.n.]. Disponível em: <http://www.wiod.org/publications/source_docs/Environmental_Sources.pdf>.

¹⁰ Plano ABC.

GHOSH, A. Input-Output Approach in an Allocation System. **Economica New Series**, v. 25, n. 97, p. 58–64, 1958.

GONZALEZ, F. Distributional Effects of Carbon taxes: The Case of Mexico. **Energy Economics**, v. 34, n. 6, p. 2012–2115, 2012.

GUILHOTO, J. J. M.; SESSO FILHO, U. Estimaco da Matriz Insumo-Produto a Partir de Dados Preliminares das Contas Nacionais. **Economia Aplicada**, v. 9, n. 2, p. 277–299, 2005.

GURGEL, A.; PALTSEV, S. Costs of reducing GHG emissions in Brazil. **Climate policy**, v. 14, n. 2, p. 209–223, 2014.

HRISTU-VARSAKELIS, D. et al. Optimizing production with energy and GHG emission constraints in Greece: An input–output analysis. **Energy Policy**, v. 38, n. 3, p. 1566–1577, mar. 2010.

HRISTU-VARSAKELIS, D. et al. Optimizing Production in the Greek Economy: Exploring the Interaction Between Greenhouse Gas Emissions and Solid Waste Via Input–Output Analysis. **Economic Systems Research**, v. 24, n. 1, p. 57–75, mar. 2012.

IEA. **International Energy Agency - IEA. CO2 Emissions from Fuel Combustion 2009**. International Energy Agency - IEA: Paris, 2009: [s.n.].

LEONTIEF, W. **The Structure of the American Economy, 1919-1939: An Empirical Application of Equilibrium Analysis**. New York: Oxford University Press, 1941.

LEONTIEF, W. **Input Output Economics**. New York: Oxford University Press, 1966.

MAGALHÃES, A. S.; DOMINGUES, E. P. **Economia de Baixo Carbono no Brasil: Alternativas de Políticas e Custos de Reduo de Emissões de Gases de Efeito Estufa**: 2013. (Texto para Discussão, 491) CEDEPLAR/UFMG, Belo Horizonte: [s.n.].

MESNARD, L. Is the Ghosh Model Interesting? **Journal of Regional Science**, v. 49, n. 2, p. 361–372, 2009.

MILLER, R. E.; BLAIR, P. D. **Input-Output Analysis: Foundations and Extensions**. 2. ed. New York: Cambridge University Press, 2009.

OOSTERHAVEN, J. Leontief versus Ghoshian Price and Quantity Models. **Southern Economic Journal**, v. 62, p. 750–759, 1996.

ORLOV, A.; GRETHE, H. Carbon Taxation and Market Structure: A CGE Analysis for Russia. **Energy Policy**, v. 51, p. 696–707, 2012.

RONG, F. Understanding developing country stances on post-2012 climate change negotiations: Comparative analysis of Brazil, China, India, Mexico, and South Africa. **Energy Policy**, v. 38, n. 8, p. 4582–4591, ago. 2010.

SEROA DA MOTTA, R. **Padrão de Consumo, Distribuo de Renda e o Meio Ambiente no Brasil**.: 2002. (Texto para Discussão, 856) IPEA, Rio de Janeiro: [s.n.].

SILVA, J. G.; GURGEL, A. **Impactos de Impostos às Emissões de Carbono na Economia Brasileira**. XXXVIII Encontro Nacional de Economia. **Anais...** Salvador: 2010

SILVA, J.; GURGEL, A. Impactos Econômicos de Cenários de Políticas Climáticas para o Brasil. **Pesquisa e Planejamento Econômico**, v. 42, n. 1, p. 93–135, 2012.

SYMONS, E.; PROOPS, J.; GAY, P. Carbon Taxes, Consumer Demand and Carbon Dioxide Emissions: A Simulation Analysis for the UK. **Institute for Fiscal Studies**, v. 15, n. 2, p. 19–43, 1994.

TIEZZI, S. The Welfare Effects and the Distributive Impact of Carbon Taxation on Italian Households. **Energy Policy**, v. 33, n. 12, p. 1597–1612, 2005.

TOURINHO, O. A. F.; SEROA DA MOTTA, R.; ALVES, Y. **Uma Aplicação Ambiental de um Modelo de Equilíbrio Geral**: 2003. (Texto para Discussão, 976) IPEA, Rio de Janeiro: [s.n.].

ANEXO 1 - Compatibilização dos dados do inventário de emissões com os setores de atividade econômica da matriz de contabilidade social.

A segunda comunicação do *Inventário Nacional*... traz as estimativas das emissões de gases do efeito estufa no Brasil entre 1990 e 2010. As estimativas foram apresentadas segundo as duas metodologias sugeridas pelo IPCC. A abordagem de referência, *Top-down*, em que a oferta total de bens cuja produção ou consumo resultam em emissões é usada como parâmetro para estimar o volume de gases lançado na atmosfera, e a abordagem *Bottom-up*, em que este volume é distribuído entre os setores produtores ou consumidores efetivamente responsáveis pelas emissões.

A compatibilização entre os setores inventariados e as atividades econômicas da MIP pode ser visualizada na tabela A1. Quando um setor inventariado correspondeu a mais de um setor da MIP, a distribuição das emissões ocorreu conforme o valor relativo da produção ou consumo das Tabelas de Recursos e Usos do IBGE. Ou seja, o fluxo de emissões foi feito equivalente ao consumo intermediária ou produção setorial. Por exemplo, as emissões de CO₂ resultantes da queima de combustíveis fósseis pelo setor energético foram distribuídas entre as atividades ‘Petróleo e gás natural’, ‘Refino de petróleo e coque’ e ‘Eletricidade e gás, água, esgoto e limpeza urbana’, conforme o consumo destas atividades dos respectivos combustíveis fósseis inventariados na abordagem *Top-down*, e compatibilizados com os produtos da Tabela de Recursos e Usos, donde se obteve afinal o consumo de cada combustível. Os setores da MIP correspondentes aos setores energéticos do inventário, bem como as demais equivalências, foram identificadas a partir da classificação CNAE das atividades econômicas – referência utilizada para a construção do Balanço Energético Nacional, fonte original das informações sobre o uso de combustíveis fósseis. Para os demais setores foi utilizada também a Tabela de Recursos do IBGE.

O ajuste dos bens inventariados aos 110 produtos das contas nacionais é apresentado na tabela A2. Cada bem teve seu código na PRODLIST identificado e atribuído aos correspondentes códigos CNAE – Classificação Nacional de Atividades Econômicas – e daí para o Sistema de Contas Nacionais (SCN) de acordo com o tradutor CNAE 1.0 x SCN 110 elaborado pelo IBGE e publicado juntamente com as Contas Nacionais do ano de 2002.

Tabela A1 – Compatibilização dos setores inventariados e setores MIP

SETORES INVENTARIADOS			SETORES MIP	
ENERGIA	Queima de combustíveis fósseis	Subsetor energético	Petróleo e Gás natural	
			Refino do petróleo e coque	
			Álcool	
			Eletricidade e gás, água, esgoto e limpeza urbana	
		Subsetor Industrial	Cimento	Cimento
			Ferro-gusa e aço	Fabricação de aço e derivados
			Ferro-ligas	Fabricação de aço e derivados
			Mineração e pelotização	Minério de Ferro
				Outros da indústria extrativa
			Não ferrosos	Metalurgia dos não ferrosos
Produtos de metal				
Química	Álcool			
	Produtos químicos			

			Fabricação de resina e elastômeros
			Produtos farmacêuticos
			Defensivos agrícolas
			Perfumaria, higiene e limpeza
			Tintas, vernizes, esmaltes e lacas
			Produtos e preparados químicos diversos
		Alimentos e bebidas	Alimentos e bebidas
		Têxtil	Têxteis
		Papel e celulose	Celulose e produtos do papel
		Cerâmica	Outros produtos de minerais não metálicos
		Outras indústrias	Produtos do fumo
			Artigos do vestuário e acessórios
			Artefatos do couro e calçados
			Produtos de madeira
			Jornais, revistas e discos
			Artigos de borracha e plástico
			Produtos de metal
			Máquinas e equipamentos, inclusive manutenção e reparos
			Máquinas para escritório e equipamentos de informática
			Material eletrônico e equipamentos de comunicações
			Automóveis, camionetas e utilitários
			Caminhões e ônibus
			Peças e acessórios para veículos automotores
			Móveis e produtos das indústrias diversas
			Outros equipamentos de transporte
			Aparelhos/instrumentos médico-hospitalar, medida e óptico
			Subsetor transporte
		Subsetor agropecuário	Agricultura, silvicultura, exploração florestal
			Pecuária e pesca
		Subsetor comercial	Comércio
		Subsetor público	Educação pública

	Emissões Fugitivas	Mineração de carvão		Saúde pública	
		Extração e transporte de petróleo e gás natural		Administração pública e seguridade social	
				Outros da indústria extrativa	
				Petróleo e Gás natural	
PROCESSOS INDUSTRIAIS	Produtos minerais	Produção de cimento (produção do clínquer)		Cimento	
		Produção de cal		Outros minerais não metálicos	
	Indústria química;	Produção de amônia, ácido adípico; ácido nítrico; outros produtos químicos			Produtos químicos
					Fabricação de resina e elastômeros
					Produtos farmacêuticos
					Defensivos agrícolas
					Perfumaria, higiene e limpeza
					Tintas, vernizes, esmaltes e lacas
					Produtos e preparados químicos diversos
					Agricultura, silvicultura, exploração florestal
					Outros da indústria extrativa
Indústria metalúrgica	Produção de ferro-gusa e aço		Fabricação de aço e derivados		
	Produção de alumínio		Metalurgia dos não ferrosos		
AGROPECUÁRIA	Fermentação entérica			Pecuária e pesca	
	Manejo de dejetos animais			Pecuária e pesca	
	Cultivo de arroz			Agricultura, silvicultura, exploração florestal	
	Queima de resíduos agrícolas			Agricultura, silvicultura, exploração florestal	
	Solos agrícolas			Agricultura, silvicultura, exploração florestal	
	Emissões Diretas	Animais em pastagem		Pecuária e pesca	
		Fertilizantes sintéticos		Agricultura, silvicultura, exploração florestal	
		Dejetos de animais		Pecuária e pesca	
		Resíduos agrícolas		Agricultura, silvicultura, exploração florestal	
		Solos orgânicos		Agricultura, silvicultura, exploração florestal	
TRATAMENTO DE RESÍDUOS				Eletricidade e gás, água, esgoto e limpeza urbana	

Fonte: Elaboração própria, 2014.

Tabela A2 – Compatibilização dos setores inventariados com os produtos do SCN.

SETORES INVENTARIADOS	CÓDIGO PRODLIST	CNAE	SCN110
Gasolina automotiva	2321.140 (OUTRAS GASOLINAS)	2321-3 REFINO DO PETRÓLEO	30902 Gasolina automotiva
Gasolina de aviação	2321.0150 (GASOLINAS DE AVIAÇÃO)	2321-3 REFINO DO PETRÓLEO	30906 Óleo combustível
Querosene de aviação	2321.0360 (QUEROSENE DE AVIAÇÃO)	2321-3 REFINO DO PETRÓLEO	30906 Óleo combustível
Querosene iluminante	2321.0350 (OUTROS QUEROSENE)	2321-3 REFINO DO PETRÓLEO	30906 Óleo combustível
Óleo diesel	2321.0130 (ÓLEO DIESEL)	2321-3 REFINO DO PETRÓLEO	30905 Óleo diesel
Óleo combustível	2321.0310 (OUTROS ÓLEOS COMBUSTÍVEIS)	2321-3 REFINO DO PETRÓLEO	30904 Outros produtos do refino de petróleo e coque
GLP	2321.120 (GLP)	2321-3 REFINO DO PETRÓLEO	30901 Gás liquefeito de petróleo
Nafta	2321.0200 (NAFTAS PARA PETROQUÍMICA)	2321-3 REFINO DO PETRÓLEO	30906 Outros produtos do refino de petróleo e coque
Lubrificantes	2321.0250 (ÓLEOS LUBRIFICANTES COM ADITIVOS)	2321-3 REFINO DO PETRÓLEO	30906 Outros produtos do refino de petróleo e coque
Coque de petróleo	2321.0090 (COQUE DE PETRÓLEO)	2321-3 REFINO DO PETRÓLEO	30906 Outros produtos do refino de petróleo e coque
Carvão vapor	1000	1000-6 EXTRAÇÃO DE CARVÃO MINERAL	20301 Carvão mineral
Carvão metalúrgico	1000	1000-6 EXTRAÇÃO DE CARVÃO MINERAL	20301 Carvão mineral
Alcatrão	2321.0030 (BETUME DE PETRÓLEO)	2321-3 REFINO DO PETRÓLEO	30906 Outros produtos do refino de petróleo e coque
Coque de carvão mineral	2310.0050 (COQUE DE HULHA)	2310-8 COQUERIAS	30906 Carvão mineral
Gás natural úmido	1110.0028 (GÁS NATURAL LIQUEFEITO)	1110-0 EXTRAÇÃO DE PETRÓLEO E GAS NATURAL	20101 Petróleo e gás natural
Gás natural seco	1110.0028 (GÁS NATURAL EM ESTADO GASOSO)	1110-0 EXTRAÇÃO DE PETRÓLEO E GAS NATURAL	20101 Petróleo e gás natural
Gás de refinaria	2321.0300 (OUTROS HIDROCARBONETOS GASOSOS)	2321-3 REFINO DO PETRÓLEO	30906 Petróleo e gás natural
Outros energéticos de petróleo	-	2321-3 REFINO DO PETRÓLEO	30906 Outros produtos do refino de petróleo e coque
Gás canalizado	-	4020-7 PRODUÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DE GAS ATRAVÉS DE TUBULAÇÕES	40101 Eletricidade e gás, água, esgoto e limpeza urbana
Gás de coqueria	2310.0060 (GAS DE HULHA, AGUA, ETC. EXC. DE PETRÓLEO/HIDROCARB. GASOSOS)	2310-8 COQUERIAS	30906 Petróleo e gás natural
Outras fontes primárias fósseis	-	2321-3 REFINO DO PETRÓLEO	30906 Outros produtos do refino de petróleo e coque

Fonte: Elaboração própria, 2014.