

ANÁLISE DO CONSUMO DE COMBUSTÍVEIS DO SETOR DE TRANSPORTE RODOVIÁRIO NO BRASIL

Arney Rayol Moura de Araújo¹, Elane Conceição de Oliveira²

Resumo: A situação climática mundial continua se deteriorando, e em 2018, o IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) lançou um novo relatório em que enfatiza que o impacto humano na natureza é inevitável, mas pode ser reduzido se os países adotarem metas mais ambiciosas de redução do efeito estufa. Diante disso, essa pesquisa buscou estudar o consumo dos combustíveis ligados ao setor de transporte rodoviário no Brasil e suas respectivas emissões de CO₂, de 2005 a 2016, visto que este é o segundo setor que mais emite CO₂ no Brasil, observando na análise sua relação com a economia, e acontecimentos que impactaram em seus mercados consumidores. Esta pesquisa identificou que as emissões de CO₂ de 2009 em diante cresceram acima do nível de crescimento da economia, o que indica perda de eficiência no consumo destes combustíveis no Brasil.

Palavras-chave: automóveis, efeito-estufa, dióxido de carbono, eficiência energética.

ANALYSIS OF FUEL CONSUMPTION IN THE ROAD TRANSPORT SECTOR IN BRAZIL

Abstract: The global climate situation continues to deteriorate, and in 2018, the IPCC released a new report which emphasizes that the human impact on nature is inevitable, but can be reduced if countries adopt more ambitious targets for reducing greenhouse effect. Therefore, this research sought to study the consumption of fuels linked to the road transport sector in Brazil and their respective CO₂ emissions, from 2005 to 2016, since this is the second sector that emits more CO₂ in Brazil, observing in the analysis its relationship with the economy, and events that impacted their consumer markets. This research identified that CO₂ emissions from 2009 onwards grew above the level of economic growth, which indicates loss of efficiency in the consumption of these fuels in Brazil.

Keywords: automobiles, greenhouse effect, carbon dioxide, energy efficiency.

1 Graduando em Ciências Econômicas na Universidade do Estado do Amazonas – UEA.

2 Economista, professora adjunta na Universidade do Estado do Amazonas – UEA.

1. INTRODUÇÃO

Em 2018, o IPCC destacou a importância de limitar o aumento da temperatura terrestre em 1,5° em relação aos níveis pré-industriais até o ano de 2100. O relatório destaca que os seguintes problemas serão enfrentados devido à elevação da temperatura média da terra: má temperatura na maior parte da terra e regiões oceânicas, temperaturas extremas na maioria das regiões habitadas, chuvas pesadas em várias regiões, probabilidade de seca e baixos níveis de chuvas em algumas regiões, aumento dos níveis dos mares, impactos nos ecossistemas e na biodiversidade, aumento na temperatura média nos oceanos e também em seu nível de acidez e queda no nível de oxigenação, riscos à saúde, segurança alimentícia, suprimento de água, crescimento econômico, e segurança à humanidade (IPCC, 2018). Se essa meta for alcançada o mundo enfrentará menores desafios no futuro, reduzindo o tamanho destes problemas, visto que não podem ser evitados.

Os Gases de Efeito Estufa (GEE) são constituintes gasosos da atmosfera, naturais e antropogênicos, os quais absorvem e emitem radiação em comprimentos de onda específicos dentro do espectro de radiação terrestre emitida pela superfície da Terra, a própria atmosfera e pelas nuvens (IPCC, 2014). Embora não possam absorver a radiação vinda do sol, podem reter a radiação de retorno (MENDONÇA; GUTIEREZ, 2000). Esta propriedade causa o efeito estufa.

O CO₂ é o principal GEE que afeta o balanço radioativo da terra. É um gás que existe naturalmente na natureza, mas também é um subproduto da queima de combustíveis fósseis, queima de biomassas, processos industriais, e mudanças no uso da terra (IPCC, 2014). Isso se deve ao fato de estar associado à produção e consumo de energia em termos globais, e a sua permanência na atmosfera ser bastante duradoura (MENDONÇA; GUTIEREZ, 2000).

Em termos mundiais, o setor industrial é o maior emissor de CO₂ (32%); seguido pela Agricultura, Floresta e outros usos da terra (25%); pela Construção (18%); e os Transportes apresentam-se como quarto colocado (14%); Outros (11%) (IPCC, 2014). De acordo com o Observatório do Clima (2019), no ano de 2016, o Brasil emitiu 1.649.380.072 tCO₂, atribuídos 51,83% à Mudança do Uso da Terra, 24,03% à Energia, 19,42% à Agropecuária, 4,07% aos Processos Industriais, e 0,01% aos Resíduos.

O protagonismo da Mudança do Uso da Terra como maior emissor de CO₂ se deve a elevada participação de energia renovável na matriz energética brasileira, e ao fato do consumo de combustíveis no Brasil ainda ser modesto em comparação com outras economias industrializadas. Segundo Olivier, Schure e Peters (2018), aumentar a participação de fontes de energia renovável na oferta interna de energia total é uma tendência na redução das emissões de CO₂ observada pelo mundo. Tolmasquim, Guerreiro e Gorini (2007) alerta que possuir uma matriz energética com uma participação mais alta de fontes de energia renovável não significa que o país possa minimizar a importância do crescimento das emissões nacionais, devendo adotar medidas que garantam que o desenvolvimento não traga elevação considerável das emissões de CO₂.

Nesse contexto, esta pesquisa ganha importância, pois o consumo de combustíveis associados ao setor de transporte rodoviário torna-se um importante instrumento para

guiar a tomada de políticas públicas que incentivem o consumo de biocombustíveis ante os combustíveis fósseis, e investimentos no transporte coletivo.

O objetivo da pesquisa é calcular, para o período de 2005 a 2016, as emissões de CO₂ pelo consumo de gasolina C e óleo diesel no Brasil. Será realizada uma análise sobre o consumo destes combustíveis e do etanol hidratado, bem como das emissões de CO₂. Também irá calcular a intensidade energética do produto, fazendo uma análise desta ao longo do período analisado.

2. REVISÃO DA LITERATURA

A qualidade de vida e competitividade econômica dos países sofre forte influência da disponibilidade de energia desde a revolução industrial. As economias que melhor se posicionam quanto ao acesso aos recursos energéticos de menor custo e impacto ambiental obtêm importante vantagem comparativa. Em um ambiente de maior crescimento econômico também é maior o crescimento da demanda de energia. Nesse contexto, é importante promover o consumo mais eficiente da energia (TOLMASQUIM; GUERREIRO; GORINI, 2007).

Em 2012, as diversas atividades consumidoras de combustíveis fósseis foram responsáveis por 90,6% das emissões de CO₂ no mundo (JANSSENS-MAENHOUT *et al.*, 2019). De acordo com Olivier, Schure e Peters (2017), substituir o consumo de combustíveis fósseis mais poluidores por outros combustíveis fósseis menos poluidores, e aumentar a participação de fontes de energia renovável na oferta interna de energia total, são algumas tendências na redução das emissões de CO₂ observadas pelo mundo.

O Brasil possui emissões de GEE relativamente baixas, em razão da participação de fontes de energia renováveis na oferta interna de energia. Isso não significa que o país possa minimizar a importância do crescimento das emissões nacionais, devendo adotar medidas que garantam que o desenvolvimento não traga elevação considerável das emissões de GEE (TOLMASQUIM; GUERREIRO; GORINI, 2007).

Segundo estudos do Laboratório de Poluição Atmosférica Experimental, da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (USP), mais de 200 doenças estão associadas à poluição do ar, levando inclusive a morte de cerca de 3 mil pessoas por ano apenas na região metropolitana de São Paulo (SALDIVA *et al.*, 2007, apud CARVALHO, 2011).

Segundo os dados do IPCC (2006), dos combustíveis usados no setor de transporte rodoviário, o óleo diesel é o combustível que mais emite carbono, e conseqüentemente CO₂, com fator de emissão de 20,2 tC/TJ, a gasolina possui fator de emissão de 18,9 tC/TJ. Para o Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), o etanol hidratado possui fator 14,81 tC/TJ, apesar disso, é um biocombustível com baixo impacto ao meio ambiente, devido ao sequestro de carbono ocorrido durante o plantio da cana. Para o IPCC (2006), o CO₂ emitido por fontes renováveis não deve ser contabilizado nos inventários de emissões.

A gasolina e o óleo diesel são subprodutos do petróleo, e, portanto, combustíveis fósseis. Para contornar a elevada emissão CO₂ por combustíveis fósseis existem no Brasil políticas que determinam a mistura de biocombustíveis a esses combustíveis, como forma

de mitigar as emissões de CO₂ não renovável. O etanol anidro é misturado à gasolina, e o biodiesel ao diesel (KOHLHEPP, 2010).

Os veículos a diesel correspondem por pequena parcela dos deslocamentos diários urbanos, mas são responsáveis por grande parte das emissões de GEE (CARVALHO, 2011).

A idade média da frota brasileira de caminhões em 2009 era de aproximadamente 19 anos, o que é bastante elevado, e quanto mais velho os veículos mais GEE emitem por não terem as tecnologias mais recentes que geram maior eficiência no consumo de combustíveis e lubrificantes, e ainda perdem eficiência no consumo de combustíveis com a idade, consumindo mais combustíveis e conseqüentemente emitindo mais GEE (CRUVINEL; PINTO; GRANEMANN, 2012).

De acordo com D rner e Braun (2015), grande parte dos financiamentos feitos pelo BNDES (Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social) destinados à modernização da indústria brasileira é, na verdade, aplicado do lado da demanda como estímulo a aquisição de novos veículos, especialmente caminhões. Tal fato tem como consequência o aumento da frota de veículos consumidores de diesel no Brasil.

Segundo o relatório de gestão do exercício de 2016 do BNDES, o Fundo Garantidor de Investimentos (FGI), criado em 2009 e administrado pelo BNDES, possui três programas para o financiamento à compra de caminhões. São eles: o Procaminhoneiro Novo, o Procaminhoneiro Usado, e o Ônibus/Caminhão. Entre 2009 e 2016, o Procaminhoneiro Novo financiou R\$ 2,9 bilhões em aquisição de caminhões ou 50,5% do total financiado pelo fundo, o Ônibus/Caminhão financiou R\$ 767 milhões em aquisição de caminhões e ônibus, ou 13,28% do total financiado pelo fundo, e o Procaminhoneiro Usado financiou R\$ 386 milhões em aquisição de caminhões, ou 6,69% do total financiado pelo fundo. Os valores nesse relatório comprovam a grande concentração das ações do BNDES do lado da demanda.

O etanol é um biocombustível que se destaca como importante instrumento para a redução das emissões de CO₂. O etanol pode ser produzido da cana-de-açúcar, da beterraba, ou do amido vindo de diversas fontes como o milho. O Brasil produz o etanol da cana-de-açúcar. Desde 2003 passou-se a produzir em massa carros equipados com motores flex-fuel, os quais permitem que os veículos trafeguem usando gasolina, etanol, ou qualquer mistura entre os dois, trazendo um grande impulso a demanda por etanol (KOHLHEPP, 2010).

Entretanto, a crise deflagrada na segunda metade de 2008 trouxe desconfiança aos investidores que financiavam o mercado sucroenergético. Devido ao aumento do endividamento do setor, o que já tornava mais difícil a aquisição de novos débitos, a crise trouxe ainda mais dificuldade de aquisição de novos débitos para gerar investimentos no setor, o endividamento do setor havia ocorrido pela expectativa de o Brasil se tornar um grande exportador de etanol, o que não se concretizou (MORAES; BACCHI, 2015).

Problemas de investimento, devido à falta de recursos financeiros no período, fatores climáticos negativos e desconhecimento de práticas adequadas de uso dos fatores de mecanização da colheita, impactaram na produção de etanol nas safras 2010-2011 e 2011-2012 (MORAES; BACCHI, 2015).

Desde 2006 era mais rentável produzir açúcar ao invés de etanol, o que fazia com que se priorizasse a produção do primeiro em relação ao segundo. A política de manutenção dos preços da gasolina tornava o etanol menos competitivo o que tornava os lucros da venda de etanol menores, e levava a uma maior priorização da produção de açúcar (MORAES; BACCHI, 2015).

3. METODOLOGIA

A pesquisa faz uso de métodos de estimação das emissões de CO₂ do IPCC, o qual é apresentado na primeira sessão, e um indicador da *intensidade energética do produto* adaptada para as emissões de CO₂ e VAB, apresentado na segunda sessão. Utiliza dados secundários disponíveis no site da ANP, e, no Balanço Energético Nacional (BEN) publicado pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE).

3.1 Emissões de CO₂

O IPCC fornece dois modelos para o cálculo das emissões de CO₂, os quais são especificados a seguir:

O primeiro modelo é a abordagem de referência ou *Top-Down*, onde se estima as emissões de CO₂ diretamente pelo consumo aparente dos combustíveis, sem se especificar de que forma esses combustíveis foram consumidos, a partir do uso dos fatores de emissão default disponibilizados pelo próprio IPCC (MATTOS, 2001).

O segundo modelo é a abordagem setorial ou *Bottom-Up*, onde se estima as emissões de CO₂ para cada subgrupo de veículos com características similares, desde que existam dados locais detalhados e confiáveis sobre a tecnologia de motorização utilizada, qualidade do combustível, consumo, quilometragem, fatores de emissão levantados em laboratórios locais, estado de manutenção da frota, etc (ÁLVARES; LINKE, 2001).

Os dados sobre o consumo de combustíveis no Brasil foram fornecidos pela Agência Nacional Do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), e são provenientes das vendas e do consumo próprio de combustíveis pelas distribuidoras de combustíveis. Esta pesquisa toma os dados do consumo de etanol hidratado, gasolina c e óleo diesel de 2005 a 2016.

A presente pesquisa adota o modelo *Top-Down*, já bastante utilizado por diversos autores nacionais, a exemplo: Mattos (2001); Cruvinel, Pinto e Granemann (2012); Álvares e Linke (2001); Gomes, Faria e Dallemole (2010). No modelo se multiplica o consumo aparente de combustíveis (CA), aqui dispostos como M³, pelo fator de conversão (F_{conv}) para a unidade de referência, o tep, a partir do qual se pode transformar na unidade energética adotada pelo IPCC, o J, considerando a quantidade de calorías contidas em um tep e sua equivalência em TJ, obtendo-se assim o consumo de energia (CC) (MATTOS, 2001).

Os dados sobre o fator de conversão em tep são definidos no Balanço Energético Nacional (BEN), o qual também define quantas calorías tem um tep. Vale ressaltar que desde 2003 o BEN passou a adotar os critérios internacionais mais usuais para a conversão de unidades comerciais de energia em uma unidade comum de referência, então o petróleo de referência passou a ser o de 10000 kcal/kg, e todos os fatores de conversão passaram

a ser determinados com base nos poderes caloríficos inferiores das fontes de energia. Por isso o tep brasileiro passou a ter 10000 Mcal, equivalente a $41,868 \cdot 10^{-3}$ TJ. Os fatores de conversão são: 0,770 para a gasolina c; 0,848 para o óleo diesel; e 0,510 para o etanol hidratado.

O IPCC determina que se use o poder calorífico inferior para conversão em J, pois os fatores de emissão são baseados na energia efetivamente aproveitável do combustível. Trabalhos anteriores possuíam um fator de correção (F_{corr}) nesse ponto para que o valor calculado estivesse de acordo com os métodos do IPCC. Portanto a primeira fórmula:

$$CC = CA * F_{conv} * 41,868 * 10^{-3} \quad (1)$$

Com o consumo de energia (CC) se pode calcular a quantidade de carbono (QC) emitida na queima do combustível usando os fatores de emissão (F_{emiss}) que o IPCC define para cada combustível, considerando a emissão de tC para o consumo de 1TJ, e depois multiplicando por 10^{-3} para que o resultado seja disposto em GgC, como manda o IPCC. É importante destacar que o IPCC incentiva os pesquisadores a utilizarem dados de fatores de emissão que melhor definam a realidade de uma região, estado ou país, ao invés dos valores default que podem não ser representativos para todas as regiões do mundo. Os fatores de emissão são: 18,9 para a gasolina c; 20,2 para o óleo diesel; e 14,81 para o etanol hidratado. Assim a segunda fórmula:

$$QC = CC * F_{emiss} * 10^{-3} \quad (2)$$

Alguns combustíveis são empregados para fins não energéticos, como a produção de plásticos, asfalto, lubrificante entre outros. Assim parte do carbono fica estocada ou fixada (QCF). Para biomassas sólidas e líquidas 100% do carbono é estocado, pois o carbono emitido na queima do combustível foi previamente sequestrado na produção da biomassa, ou o município que planta a cana-de-açúcar registra o sequestro de carbono e o município que a queima registra a emissão. Nesta pesquisa o etanol é o único combustível que tem seu carbono fixado, no caso 100%. Dessa forma, e também para enfatizar que este biocombustível tem baixo impacto ao processo de superaquecimento do planeta, não se calculará as emissões dele.

A partir da quantidade de carbono emitida pode-se calcular as emissões de CO_2 (ECO_2), usando para isso a relação entre os pesos moleculares do dióxido de carbono e do carbono, sendo que em 44 t CO_2 corresponde a 12 tC (ÁLVARES; LINKE, 2001), entretanto deve-se considerar que nem todo o carbono existente no combustível será oxidado. Para os combustíveis analisados considera-se que 1% do carbono será incorporado as cinzas ou outros subprodutos (MATOS, 2001). Apresenta-se a terceira fórmula:

$$ECO_2 = QC * 44/12 * 0,99 \quad (3)$$

3.2 Intensidade Energética do Produto

Mendonça e Gutierrez (2000) conceituam que o grau de *intensidade energética do produto* (IEP) é medido pela razão entre o consumo total de energia e o produto da economia. É um indicador da tendência do crescimento no padrão de emissão de CO₂, e argumentam que o aumento da eficiência energética seria a manutenção do mesmo tipo e nível de renda a partir de uma quantidade menor de energia. Tem-se a fórmula indicada:

$$IEP = \frac{\text{Consumo Total de Energia}}{PIB} \quad (4)$$

Para os fins dessa pesquisa usou-se uma fórmula da *intensidade energética do produto* (IEP) adaptada, passando a indicar a relação entre as emissões de CO₂ e o Valor Adicionado Bruto da economia. Esse indicador faz uma análise tão superficial da eficiência do consumo, e conseqüentemente emissões, quanto o anterior.

Esse indicador remove o peso dos impostos do cálculo, considerando que o tamanho dos impostos na economia influencia os níveis de produção, consumo, e renda, ou seja, se houvesse uma redução da carga tributária, e conseqüente queda no PIB, haveria um crescimento da produção, consumo, e renda, e conseqüente aumento no PIB, sendo difícil dizer quanto seria este aumento em relação à queda na participação dos impostos no PIB (DORNBUSCH; FISCHER; STARTZ, 2013). E para os fins desta pesquisa busca-se saber apenas o valor dos bens e serviços efetivamente consumidos pela economia. Assim, tem-se a fórmula:

$$IEP = \frac{\text{Emissões de CO}_2}{\text{Valor Adicionado Bruto}} \quad (5)$$

O Valor Adicionado Bruto (VAB) para o período analisado foi fornecido pelo IBGE. Para evitar distorções no resultado provenientes da inflação, o VAB de 2005 foi tomado como ano base e os dos anos seguintes foram encontrados considerando apenas a variação no volume da economia. O VAB foi disposto em milhões de reais para fins de simplificação.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os dados serão apresentados em quatro seções: a primeira discutirá o consumo dos combustíveis no Brasil, cujos dados foram retirados da ANP, a segunda será acerca das emissões de CO₂ dos combustíveis analisados no Brasil, estimados a partir do abordagem de referência do IPCC, a terceira será sobre o VAB do Brasil, e, por fim, a quarta será sobre a intensidade energética do produto do Brasil.

4.1 Consumo de Combustíveis no Brasil

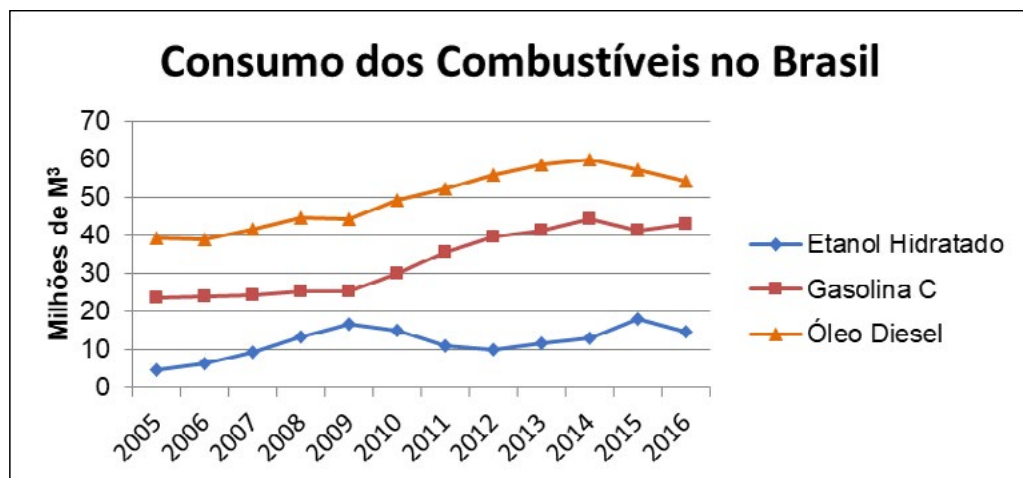
O diesel é um combustível importante para os veículos pesados, rodoviários e urbanos, e sua análise ganha importância em tempos recentes devido à demonstrada capacidade que os caminhoneiros possuem de influenciar a economia.

De acordo com o Gráfico 1, de 2005 a 2008, o consumo de óleo diesel cresceu a uma taxa média de 4,55% ao ano, passando de 39167,1 mil M³, em 2005, para 44763,9 mil M³, em 2008, tais taxas seguem o nível de crescimento da economia brasileira. Cai aproximadamente 1% em 2009, e volta a crescer a uma taxa média de 6,27% de 2009 a 2014, taxa maior que o nível de crescimento da economia brasileira. Cai 4,7% e 5,1%, em 2015 e 2016, respectivamente, devido à crise econômica, sendo uma queda maior que a queda da economia brasileira.

O consumo de óleo diesel de 2009 a 2014 cresceu mais que o crescimento da economia brasileira devido ao grande crescimento da frota de veículos consumidores de diesel, principalmente caminhões, adquiridos através de financiamentos do BNDES. O óleo diesel é o combustível fóssil que mais emite CO₂ analisado nesta pesquisa, por isso não é desejado que o consumo deste crescesse artificialmente, ao fazer isso o Brasil foi no sentido oposto de tendências internacionais de redução das emissões de CO₂.

De acordo com o Gráfico 1, de 2005 a 2009, o consumo de gasolina c cresceu a uma taxa média de 1,91% ao ano, passando de 23553,5 mil M³, em 2005, para 25409,1 mil M³, em 2009, uma taxa de crescimento modesta devido ao crescimento da oferta de etanol, o qual é substituto da gasolina. Passa a crescer a uma taxa média de 11,79% ao ano de 2009 a 2014, impulsionado pela crise no setor sucroenergético e pela política de manutenção de preços da gasolina. Cai a uma taxa média 1,53% ao ano de 2014 a 2016.

Gráfico 1 – Consumo de gasolina c, óleo diesel e etanol hidratado no Brasil, de 2005 a 2016.



Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da ANP.

De acordo com o Gráfico 1, de 2005 a 2009, o consumo de etanol hidratado cresceu a uma taxa média de 37,06% ao ano, passando de 4667,2 mil M³, em 2005, para 16470,9 mil M³, em 2009, devido à tecnologia dos motores flex-fuel, que tornaram o etanol um substituto direto da gasolina, o que gerou um grande mercado consumidor em potencial para o etanol, e a expectativa de o Brasil se tornar um grande exportador de etanol. Passou a

cair a uma taxa média de 15,75% ao ano de 2009 a 2012, e volta a crescer a uma taxa média de 10,31% ao ano de 2012 a 2016.

A crise no setor sucroenergético, devido a dificuldades de aquisição de débitos para reinvestimento no setor, e a política de manutenção de preços da gasolina nos anos seguintes, a qual foi uma política que aumentou a crise e retardou a recuperação deste setor, gerou uma grande queda na oferta de etanol após 2009. Os consumidores passaram então a consumir gasolina em maiores quantidades nos anos seguintes. A política de manutenção de preços da gasolina foi, por isso, no sentido oposto às tendências internacionais de redução das emissões de CO₂, por incentivar o consumo de um combustível fóssil em detrimento de um renovável.

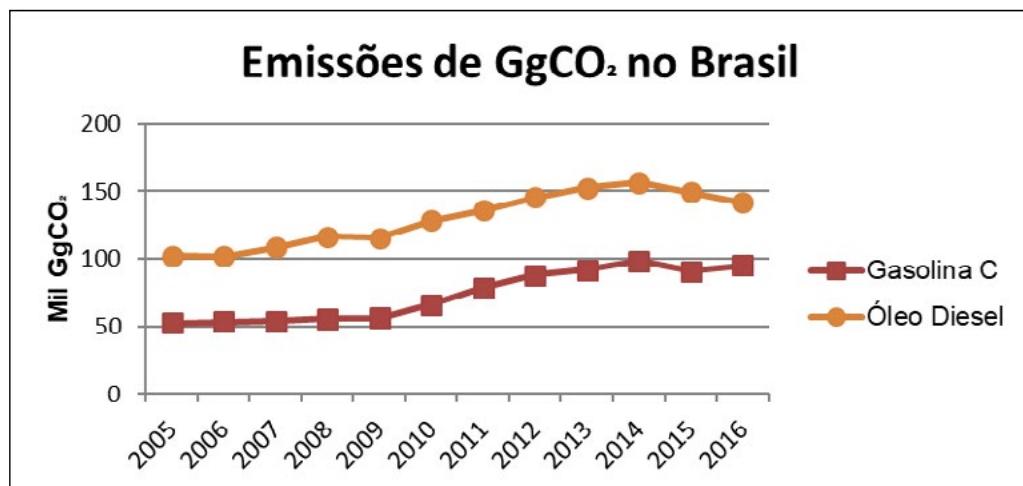
O ano de 2015 chama a atenção para o consumo de gasolina e etanol, os quais são combustíveis substitutos, a gasolina cai 3226,8 mil M³ e o etanol cresce 4868,6 mil M³. Sabendo-se que se X litros de gasolina andam 1 km, os mesmos X litros de etanol andam 0,7 km, o etanol a mais consumido em 2015 equivale a 3408 M³ de gasolina. Isso indica que em 2015 muitos consumidores substituíram a gasolina pelo etanol mantendo a distância percorrida relativamente à mesma. Tal fenômeno não se repetiu novamente.

4.2 Emissões de CO₂ no Brasil

As emissões de CO₂ estimadas nesta pesquisa são obtidas pela conversão do consumo de cada combustível em emissões de CO₂, logo as taxas de crescimento das emissões de CO₂ são iguais às taxas de crescimento do consumo de cada combustível, porém a definição de qual combustível emite mais por m³ consumido é definido pelos fatores usados na conversão de cada combustível em CO₂.

Cada M³ de gasolina emite cerca de 2,2 tCO₂, e cada M³ de diesel emite cerca de 2,6 tCO₂, o que o torna o combustível que individualmente emite mais CO₂ analisado nesta pesquisa. As emissões de CO₂ do etanol foram ignoradas por este possuir uma elevada quantidade de carbono sequestrada durante o plantio da cana, e ter um baixo impacto ao processo de superaquecimento do planeta.

Gráfico 2 - Emissões de GgCO₂, pelos combustíveis gasolina c e óleo diesel no Brasil, de 2005 a 2016.



Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da ANP.

De acordo com o Gráfico 2, de 2005 a 2008, as emissões de CO₂ do óleo diesel cresceu a uma taxa média de 4,55% ao ano, passando de 102 mil GgCO₂ em 2005 para 116,5 mil GgCO₂ em 2008, caindo aproximadamente 1% em 2009. Volta a crescer a uma taxa média de 6,27% de 2009 a 2014, passando de 115,3 mil GgCO₂ em 2009 para 156,3 mil GgCO₂ em 2014. Cai 4,7% e 5,1%, em 2015 e 2016, respectivamente, passando para 141,3 mil GgCO₂ em 2016, devido à crise econômica. Observa-se pelo Gráfico 2 que este é o combustível mais poluidor aqui estudado.

De acordo com o Gráfico 2, de 2005 a 2009, as emissões de CO₂ da gasolina c cresceram a uma taxa média de 1,91% ao ano, passando de 52,1 mil GgCO₂ em 2005 para 56,2 mil GgCO₂ em 2009. Passa a crescer a uma taxa média de 11,79% ao ano de 2009 a 2014, para 98,1 mil GgCO₂ em 2014, impulsionado pela crise do setor sucroenergético e pela política de manutenção de preços da gasolina. Cai a uma taxa média 1,53% ao ano de 2014 a 2016.

4.3 Valor Adicionado Bruto do Brasil

A Tabela 1 mostra o VAB de 2005 a 2016 a preços constantes de 2005, para evitar distorções provenientes da inflação, e disposto em milhões de reais. Pode-se verificar na Tabela 1 que de 2005 a 2008, o VAB constante cresceu a uma taxa média de 4,72% ao ano, caindo aproximadamente 0,01% em 2009, devido a crise de 2009, e volta a crescer a uma taxa média 3,11% de 2009 a 2014, caindo 3,1% em 2015 e 2,9% em 2016, devido à crise econômica.

Tabela 1 - Valor Adicionado Bruto, em milhões de reais, de 2005 a 2016, no Brasil, a preços constantes, ano base 2005.

Brasil	R\$ 1.000.000,00
Ano	VAB Constante, ano base = 2005
2005	R\$ 1.842.818,40
2006	R\$ 1.910.748,66
2007	R\$ 2.021.556,94
2008	R\$ 2.116.097,21
2009	R\$ 2.114.047,68
2010	R\$ 2.261.527,59
2011	R\$ 2.346.179,78
2012	R\$ 2.383.998,42
2013	R\$ 2.452.556,45
2014	R\$ 2.463.862,83
2015	R\$ 2.386.249,23
2016	R\$ 2.316.224,79

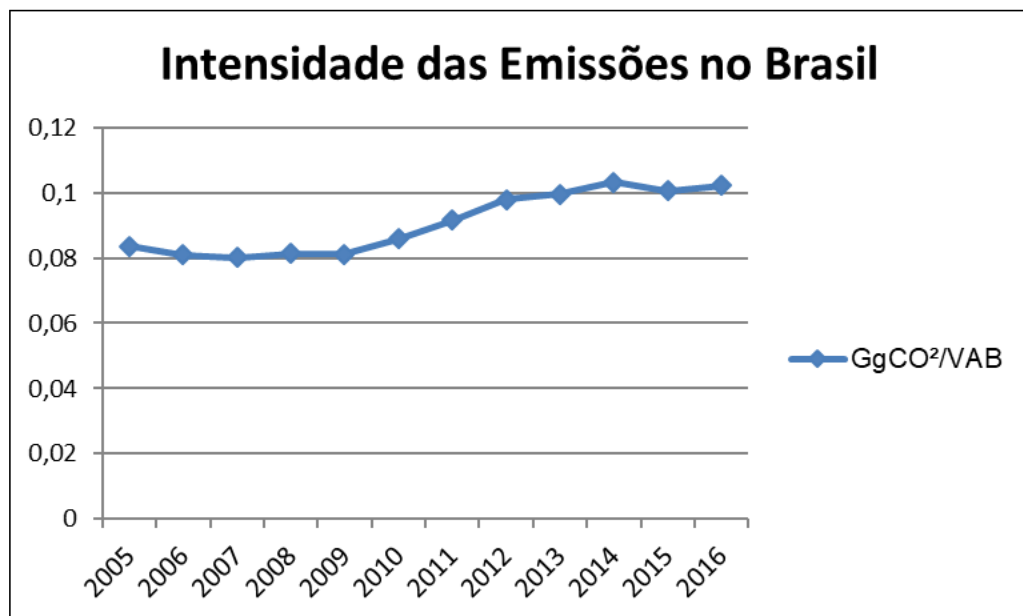
Fonte: Elaborado pelos autores a partir dos dados do IBGE.

A partir desses dados é possível perceber que o consumo de óleo diesel cresceu acima do crescimento econômico de 2010 a 2014, e teve uma queda muito mais acentuada em 2015 e 2016, comparado à economia. Tal crescimento pode ser explicado pela disponibilização de linhas de crédito para a aquisição de caminhões pelo governo via BNDES.

4.4 Intensidade Energética do Produto no Brasil

O Gráfico 3 mostra as emissões de GgCO₂ para cada 1 milhão de reais de VAB, quanto menor o valor desse indicador mais eficiente é a economia em relação as emissões de CO₂, significando a manutenção de um mesmo nível de renda a partir de uma quantidade menor CO₂ emitido.

Gráfico 3 - *Intensidade energética do produto* considerando as emissões de CO₂ da gasolina e óleo diesel, pelo VAB no Brasil, de 2005 a 2016.



Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da ANP e IBGE.

De acordo com o Gráfico 3, a IEP era próxima de 0,08 até o ano de 2009, após isso passa a crescer a uma taxa média de 4,94% ao ano, alcançando 0,103 GgCO₂/1000000 VAB em 2014, ante 0,081 GgCO₂/1000000 VAB em 2009. Em 2015 e 2016 a crise econômica reduz o consumo de combustíveis fósseis, em especial o diesel, e interrompe o crescimento desse valor.

Para fazer comparação, em 2008 a gasolina era responsável por 0,026 GgCO₂/1000000 VAB enquanto o diesel era de 0,055 GgCO₂/1000000 VAB, ao passo que em 2014 a gasolina era responsável por 0,04 GgCO₂/1000000 VAB e o diesel era de 0,063 GgCO₂/1000000 VAB. Isso mostra que houve perda de eficiência no consumo dos dois combustíveis, no sentido estrito desse indicador, causado pelo aumento do consumo da gasolina, devido à crise no setor sucroenergético, e pelo aumento do consumo do diesel, devido ao crescimento da frota de veículos consumidores de diesel, principalmente caminhões, ambos acima do nível de crescimento econômico no período.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento econômico traz consigo o aumento da demanda por combustíveis em geral, e o indicador da intensidade energética do produto do Brasil passou de 0,081 GgCO₂/1000000 VAB em 2009 para 0,103 GgCO₂/1000000 VAB em 2014. Isso mostra que está havendo um crescimento muito maior do consumo de combustíveis fósseis, especificamente a gasolina e o diesel, em relação ao crescimento da economia, trazendo perda na eficiência das emissões de CO₂ para cada 1 milhão de VAB gerado no Brasil.

O aumento da demanda por gasolina ocorreu devido à crise do setor sucroenergético a partir de 2009, e também pela política de manutenção de preços da gasolina, que reduziu a oferta de etanol e incentivou o consumo de gasolina, fazendo o consumo deste crescer a uma taxa média de 11,79% ao ano de 2009 a 2014, ante uma taxa média de 1,91% ao ano de 2005 a 2009. A política de manutenção de preços da gasolina foi negativa do ponto de vista ambiental, indo no sentido oposto às tendências internacionais de redução das emissões de CO₂, por incentivar o consumo de um combustível fóssil em detrimento de um renovável.

O motivo do aumento da demanda por diesel foi causado, principalmente, pelo crescimento da frota de veículos consumidores de diesel, principalmente caminhões, no Brasil, via financiamento do BNDES, pois a demanda deste deveria crescer a taxas semelhantes ao crescimento da economia, porém, enquanto o VAB do Brasil crescia a uma taxa de 3,11% ao ano de 2009 a 2014, a demanda por diesel, cresceu a uma taxa média de 6,27% ao ano de 2009 a 2014. A queda da demanda por diesel do setor maior que a queda da produção econômica em 2015 e 2016, pode indicar a criação de fragilidade para o setor por esta política. Mas o verdadeiro problema para esta pesquisa é que se emite mais CO₂ na atmosfera desnecessariamente, sendo uma política com um impacto ambiental negativo.

Em suma, o Brasil passou a emitir mais CO₂ devido à crise no setor sucroenergético, deflagrada pela crise de 2008, a política de manutenção de preços da gasolina, e a grande oferta de financiamentos para a compra de veículos consumidores de diesel, principalmente caminhões, pelo BNDES. O governo conseguiu afetar negativamente, do ponto de vista ambiental, o consumo de etanol hidratado, gasolina e óleo diesel através dessas duas medidas tomadas.

Esta pesquisa, no entanto, não é conclusiva, e o assunto do setor de transporte rodoviário pode ser aprofundado por pesquisas posteriores que agreguem mais dados de novas fontes, e novos métodos.

REFERÊNCIAS

ÁLVARES JR, Olimpio de Melo.; LINKE, Renato Ricardo Antonio. Metodologia simplificada de cálculo das emissões de gases do efeito estufa de frotas de veículos no Brasil. **CETESB**, v. 182, 2001.

BRASIL, ANP. **Vendas, pelas Distribuidoras, dos Derivados Combustíveis de Petróleo**. Disponível em: < <http://www.anp.gov.br/arquivos/dados-estatisticos/vendas-combustiveis/vendas-combustiveis-m3.xls> >. Acesso em: 29 junho 2020.

_____, BNDES. **RELATÓRIO DE GESTÃO DO EXERCÍCIO DE 2016**. 2017. Disponível em: < <https://www.bndes.gov.br/wps/wcm/connect/site/ef1e0277-3b61-4dee-86e9-ea2ae2bc0098/Relatório+de+Gestão+2016.pdf?MOD=AJPERES&CVID> >. Acesso em: 29 junho 2020.

_____, EPE. **Balanco Energético Nacional 2018: Ano Base 2017**. 2018

_____. MCT. Segunda comunicação nacional do Brasil à convenção-Quadro das nações unidas sobre Mudança do clima. 2010.

CARVALHO, Carlos Henrique Ribeiro de. Emissões relativas de poluentes do transporte motorizado de passageiros nos grandes centros urbanos brasileiros. Texto para Discussão, **Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA)**, 2011.

CRUVINEL, Rodrigo Rosa da Silva; PINTO, Paulo Victor Hermetério; GRANEMANN, Sérgio Ronaldo. Mensuração econômica da emissão de CO₂ da frota dos transportadores autônomos de cargas brasileiros. **Journal of Transport Literature**, v. 6, n. 2, p. 234-252, 2012.

DORNBUSCH, Rudiger; FISCHER, Stanley; STARTZ, Richard. **Macroeconomia**. 11ª edição. Tradução de João Gama. 2013.

DÖRNER, Stefan Hubertus; BRAUN, Mirian Beatriz Schneider. As políticas comerciais do Brasil entre 1994 e 2014 e seus efeitos sobre a produtividade da indústria automobilística. **Economia & Região**, v. 3, n. 1, p. 141-159, 2015.

GOMES, Vallência Maíra; FARIA, Alexandre Magno de Melo; DALLEMOLE, Dilamar. Estimativa da Emissão de Gás Carbônico Derivado do Consumo de Combustíveis do Brasil e Mato Grosso entre 2000 e 2008: Identificando Contenção de Externalidades Negativas e Tendências de Ajustamento a uma Economia de Baixo Carbono. **Revista de Estudos Sociais**, v. 12, n. 24, p. 129-152, 2010.

IPCC. **Climate change 2014: mitigation of climate change**. Cambridge University Press, 2014.

_____. **Global warming of 1.5° C: An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5° C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty**. 2018.

_____. 2006 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories. Hayama, Japan: **Institute for Global Environmental Strategies**, 2006.

JANSSENS-MAENHOUT, Greet et al. EDGAR v4.3.2 Global Atlas of the three major greenhouse gas emissions for the period 1970–2012. **Earth System Science Data**, v. 11, n. 3, p. 959-1002, 2019.

KOHLHEPP, Gerd. Análise da situação da produção de etanol e biodiesel no Brasil. **Estud. av.**, São Paulo, v. 24, n. 68, p. 223-253, 2010.

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. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio de Janeiro.

MENDONÇA, Mário Jorge Cardoso de; GUTIEREZ, Maria Bernadete Sarmiento. Efeito estufa e o setor energético brasileiro. **Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA)**, 2000.

MORAES, Marcelo Lopes de; BACCHI, Mirian Rumenos Piedade. Etanol: do início às fases atuais de produção. **Revista de Política Agrícola**, v. 23, n. 4, p. 5-22, 2015.

OC - Observatório do Clima. **Sistema de Estimativas de Gases de Efeito Estufa (SEEG V7.0)**, 2019.

OLIVIER, Jos GJ; SCHURE, K. M.; PETERS, J. A. H. W. **Trends in global CO₂ and total greenhouse gas emissions: 2017 Report**. PBL Netherlands Environmental Assessment Agency, 2017.

TOLMASQUIM, Mauricio Tiomno; GUERREIRO, Amilcar; GORINI, Ricardo. Matriz energética brasileira: uma prospectiva. **Novos estudos CEBRAP**, n. 79, p. 47-69, 2007.