

Emissões de CO₂ em Mato Grosso por veículos automotores

Altas taxas de Dióxido de Carbono (CO₂) refletem o aumento na produção de veículos automotores devido ao alto consumo de combustíveis, sejam fósseis ou não exauríveis. Em regiões com maiores produções agrícolas o aumento da frota de veículos pesados leva, conseqüentemente, ao aumento do consumo de Diesel, o qual é um dos maiores poluentes atmosféricos. Sendo o Mato Grosso um grande centro de produção agrícola, essas emissões são altas, entretanto um inventário ainda é necessário em busca de medidas mitigatórias. Assim, este trabalho tem como objetivo demonstrar a relação entre o aumento no consumo de combustíveis com as emissões de CO₂ na atmosfera, comparando cidades com distintas atividades comerciais e baseando em anuários estatísticos. Nossos resultados indicam que há uma ascendência significativa na venda de combustíveis fósseis e não exauríveis o que levou a emissões altas de CO₂ na atmosfera. Destacamos que o Diesel foi o combustível representando as maiores emissões, quase 5 vezes mais do que a Gasolina, e 6 vezes mais que o Etanol. A cidade da região Norte, com grandes produções agrícolas, foi responsável por consumir 4 vezes mais Diesel do que a cidade ao Sudoeste, pertencente a rotas de distribuição agrícola entre Estados, culminando em 2.7 vezes mais emissões no Norte do que no Sudoeste. Estes resultados fornecem um panorama do consumo de combustível no estado de Mato Grosso, bem como realça a necessidade de sensibilização quanto a redução dos gases de efeito estufa.

Palavras-chave: Gases do Efeito Estufa; Diesel; Comportamento Social; Economia.

CO₂ emissions in Mato Grosso by motor vehicles

High rates of Carbon Dioxide (CO₂) reflect the increase in the production of motor vehicles due to the high consumption of fuels, whether fossil or non-exhaustible. In regions with higher agricultural production, the increase in the fleet of heavy vehicles leads, consequently, to the increase in diesel consumption, which is one of the biggest air pollutants. Since Mato Grosso is a major agricultural production center, these emissions are high, however an inventory is still needed in search of mitigation measures. Thus, this work aims to demonstrate the relationship between the increase in fuel consumption and CO₂ emissions in the atmosphere, comparing cities with different commercial activities and based on statistical yearbooks. Our results indicate that there is a significant ascendancy in the sale of fossil and non-exhaustible fuels which has led to high CO₂ emissions into the atmosphere. We highlight that Diesel was the fuel representing the highest emissions, almost 5 times more than Gasoline, and 6 times more than Ethanol. The city in the North region, with large agricultural production, was responsible for consuming 4 times more Diesel than the city in the Southwest, belonging to agricultural distribution routes between States, culminating in 2.7 times more emissions in the North than in the Southwest. These results provide an overview of fuel consumption in the state of Mato Grosso, as well as highlighting the need to raise awareness regarding the reduction of greenhouse gases.

Keywords: Greenhouse gases; Diesel; Social Behavior; Economy.

Topic: **Desenvolvimento, Sustentabilidade e Meio Ambiente**

Received: **09/03/2020**

Approved: **21/04/2020**

Reviewed anonymously in the process of blind peer.

Thiago Ferreira Pereira

Universidade do Estado de Mato Grosso, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/3843709391246254>
thiago.unemat2015@gmail.com

Claumir César Muniz 

Universidade do Estado de Mato Grosso, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/2202899559144774>
<http://orcid.org/0000-0002-2082-2234>
claumir@unemat.br

Ernandes Sobreira Oliveira Junior 

Universidade do Estado de Mato Grosso, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/7461346615427709>
<http://orcid.org/0000-0002-6953-6917>
ernandes.sobreira@gmail.com



DOI: 10.6008/CBPC2179-6858.2020.003.0019

Referencing this:

PERREIRA, T. F.; MUNIZ, C. C.; OLIVEIRA JUNIOR, E. S.. Emissões de CO₂ em Mato Grosso por veículos automotores. **Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais**, v.11, n.3, p.229-241, 2020. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2020.003.0019>

INTRODUÇÃO

É indiscutível que atualmente a população brasileira vem aumentando, consequentemente o número de veículos nas vias públicas aumentou consideravelmente. É também de amplo conhecimento o fato de que esse aumento no número de veículos gerou aumento de gases de efeito estufa na atmosfera, principalmente de CO₂. Inúmeras pesquisas têm reportado estas relações, identificando os veículos com maiores potenciais de emissões, além do tipo de motorização com maiores impactos nas emissões dos gases nocivos (GUIMARÃES et al., 2010; FANTELLI, 2013), todas corroborando com a externalização de que “a redução do número de veículos automotivos nas áreas urbanas é extremamente necessária” para que haja a redução das emissões (PBMC, 2014). Já no ano de 2004, um inventário Nacional de Emissões de Gases do Efeito Estufa no Brasil apontava que este é considerado um dos cinco países que mais poluem no mundo, com estimativa de 25% pela queima de combustíveis com aproximadamente 70 milhões de toneladas de carbono dispostos na atmosfera (GOMES, 2010). Já em anos recentes, o Brasil emitiu 14.2 bilhões de toneladas de CO₂ na atmosfera (IPCC, 2019) demonstrando o grande potencial da queima de combustíveis fósseis desta nação.

Embora grande parte das emissões de CO₂ sejam geradas naturalmente (NOBRE, 2012), cerca de 20% das emissões mundiais de CO₂ são correspondentes dos setores de transporte automobilístico (CARVALHO, 2011), o que leva às mudanças climáticas mais sensíveis, aumentando por exemplo, a temperatura mínima local (RODRIGUES et al., 2010). O Dióxido de Carbônico (CO₂) é o principal composto resultante da queima completa de combustíveis (DRUMM et al., 2014), o qual intensifica no efeito estufa devido a absorção da radiação infravermelha refletida pela superfície terrestre, elevando a temperatura, impulsionando as mudanças climáticas (MOREIRA, 2007). Problemas na saúde também são consequências da emissão de poluentes resultantes dos veículos automotores e aumento da poluição do ar (AZUAGA, 2000).

Desde o século XIX os automóveis veem se tornando um bem de diversos valores devido as condições de conforto, facilidade, independência, o que contribui para o crescimento do comércio de veículos automotores (LUCHEZI, 2010). Nos dias atuais, a presença dos veículos automotores se tornam indispensáveis devido às demandas sociais enfrentadas e construiu-se o que se conhece como uma sociedade automotiva (GEGNER, 2011), a qual requer a ampla utilização do automóvel como meio condizente da modernidade social. A cidade de Cáceres, em Mato Grosso, por exemplo, foi considerada por muitos anos como a capital nacional das bicicletas, devido à alta taxa de bicicletas, em que por muitos anos o uso da bicicleta fora abundante na rotina, com utilizações para trabalho, lazer, esporte entre outros. Porém com o crescimento automobilístico as demandas de bicicletas diminuíram consideravelmente de acordo com os dados disponibilizados pelo DENATRAN, sendo substituída pelo uso de veículos leves, motos e carros (informações pessoais).

De fato, o Brasil possui grande potencial em relação as indústrias automobilísticas, apresentando uma sólida base de engenharia nessa demanda. Por exemplo, quatro montadoras correspondem a 82,53 % da produção nacional (GABRIEL, 2011), com um crescimento do faturamento de 73,84 % no período de 1998 a 2010, além do aumento no número de empregos em 43,14 % e no número de veículos licenciados por ano

atingindo aumento de 137,99 % no fim deste período (MORRONE, 2015).

A questão é que não só carros utilitários aumentaram durante estes séculos, o número de caminhões também sofreu um aumento considerável, chegando a 8 milhões de unidades em 2017. Em Estados com grandes produções agrícolas essa frota deve ter sido ainda mais intensificada para o transporte de seus produtos até portos de grandes centros nacionais e internacionais. Por exemplo, a frota na região Centro-Oeste saiu de 436 mil unidades em 2010, para 719 mil em 2017, apresentando o maior aumento proporcional neste período (64 %), maior até mesmo que regiões industriais como Sudeste e Sul. Esses veículos pesados consomem Diesel, o qual possui maior quantidade de Carbono por litro de combustível do que outros combustíveis fósseis como a gasolina (EPA, 2005), o que conseqüentemente leva a maiores emissões de CO₂. Um estudo feito na Malásia demonstrou que mesmo as vendas de gasolina sendo mais do que 2 vezes maior, as emissões de CO₂ provenientes da queima do Diesel foi a mais significativa em um período de 10 anos.

Estando Mato Grosso dentro das rotas mundialmente conhecidas como 'celeiro do Brasil', 'cinturão verde', 'arco do desmatamento amazônico', por deter grande parte do Cerrado brasileiro, onde há uma intensiva produção de grãos para fins internacionais, o aumento do número de veículos pesados apresentou significativamente influência nacional, o que, conseqüentemente, exerceu um importante impacto nas emissões de CO₂ nacional. Cidades como Sinop, pode apresentar uma grande contribuição nas emissões de gases de efeito estufa devido ao alto fluxo de veículos pesados. Em contraponto, a modificação no comportamento social de cidades não pertencentes ao arco do desmatamento também pode impactar as emissões de gases do efeito estufa por apresentarem rota de ligação entre centros nacionais, mesmo que políticas nacionais estimulem tanto a produção e a utilização de combustíveis não fósseis (ANDERSON, 2009).

Tendo como base os efeitos causados por veículos automotores no efeito estufa, o presente trabalho tem como intuito quantificar as emissões de gases do efeito estufa (CO₂ equivalente) devido a queima de combustíveis fósseis no estado de Mato Grosso, demonstrando o perfil do estado quanto de sua contribuição para o aquecimento global. Além disso, este trabalho compara as emissões de CO₂ equivalente emitidos por cidades com distintas atividades econômicas utilizando dados disponibilizados pela Agência Nacional do Petróleo e do Departamento Nacional de Trânsito.

METODOLOGIA

Para realização deste trabalho foi realizado uma busca bibliográfica da frota de veículos automotores através do site DENATRAN em uma série temporal entre os anos 2000 e 2018, em dois municípios do Estado de Mato Grosso, sendo eles, Cáceres a Sudoeste do Estado e Sinop ao Norte do Estado.

Os dados de vendas de combustíveis (Diesel, Etanol hidratado e Gasolina comum) foram obtidos através da Agência Nacional de Petróleo (ANP). O cálculo relativo a conversão da queima dos combustíveis fósseis foi realizada mediante a utilização do método top-down (MATTOS, 2001) com a seguinte equação (Equação 1):

$$CC = CA * F_{cv} * 41,868 * 10^{-3} * F_{cr} \quad \text{Equação 1}$$

Em que CC é o consumo de energia em Tera Jaule; CA é o consumo de combustível disposto em m³; F_{cv} é o fator de

conversão disposta pela conversão do poder calorífico superior do combustível considerando a quantidade de combustível para tonelada equivalente de petróleo.

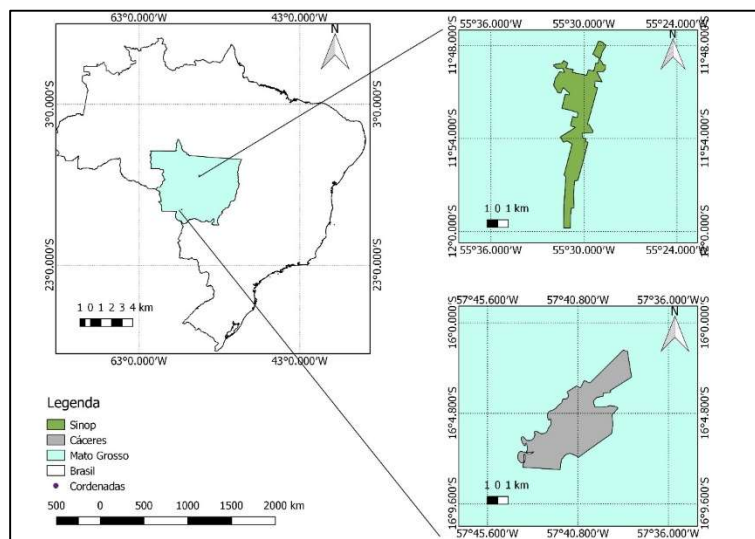


Figura 1: Municípios do Estado de Mato Grosso pesquisados em relação a frota de veículos leves e pesados, e emissões de CO₂ na atmosfera. Cáceres se encontra a Sudoeste e Sinop a Norte.

O Ministério de Ciência e Tecnologia aponta os fatores de conversão para cada combustível como: Diesel = 0,848 tep/m³; Álcool hidratado = 0,510 tep/m³; e Gasolina = 0,77 tep/m³. A constante 41,868 x 10⁻³ refere-se a quantidade de energia gerada a partir de uma tonelada equivalente de petróleo. O F_{cr} é o fator de correção do poder calorífico superior para poder calorífico inferior de cada combustível analisado. Esta função é equivalente a 0,95, a qual é utilizada para combustíveis líquidos (foco deste estudo), conforme Mattos (2001) supracitado.

Após a obtenção do consumo de energia, a Equação 2 é utilizada para quantificar a quantidade de Carbono originada mediante a queima do combustível:

$$QC = CC * Fe \quad \text{Equação 2}$$

Sendo QC é a quantidade de carbono gerada em toneladas. Fe é o fator de emissão de carbono em Tera Jaule conforme cada combustível: Diesel = 20,2 tC/TJ; Álcool hidratado = 14,8 tC/TJ; e Gasolina = 18,9 tC/TJ.

Posteriormente, a quantidade de Carbono gerada é então convertida em CO₂ equivalente considerando o peso molecular de cada molécula.

$$CO_2 \text{ eq} = QC * 44/12 \quad \text{Equação 3}$$

Regressões lineares simples foram plotadas a fim de identificar as relações entre o aumento dos veículos, vendas de combustíveis e emissões de CO₂ equivalente em relação a série temporal de 2000 a 2018. Análises de variância foram utilizadas para a comparação entre as médias dos dados obtidos durante a série temporal. Todas as análises foram realizadas no programa estatístico R (Versão 1.1.463 – © 2009-2018 RStudio, Inc.). Valores de P < 0.05 foram considerados como significativos para refutar a hipótese nula. Para isso foi utilizado o teste F com a ANOVA para comparar os valores e verificar possíveis diferenças significativas estatisticamente.

RESULTADOS

No estado de Mato Grosso as vendas de veículos aumentaram 446 % entre os anos de 2000 e 2018,

sendo que essas vendas foram distribuídas entre veículos leves, pesados, ônibus e motocicletas. Dessas vendas, a motocicleta foi o veículo com maior aumento entre os anos supracitados (aumento de 786 %), seguido pelos veículos leves (aumento de 336 %). Interessante ressaltar que os ônibus também apresentaram um aumento de 306 % nesses 18 anos, maior do que o aumento de veículos pesados, por exemplo, o qual foi de 218 %. É certo que 50,48 % dos veículos vendidos em MT são classificados como leves, e as motocicletas representam 42,42 %, enquanto que veículos pesados representam somente 6,22 % e ônibus 0,83 % (Figura 2).

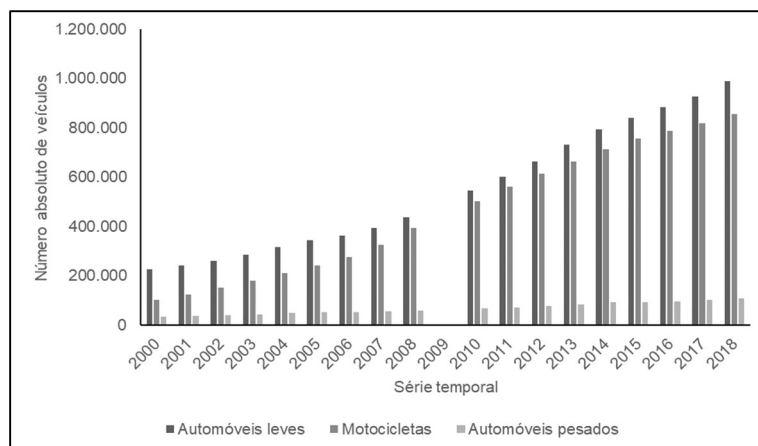


Figura 2: Comparação do crescimento das vendas automobilísticas no Estado de Mato Grosso entre os anos de 2000 a 2018. (Os valores de 2009 não estão disponibilizados no site).

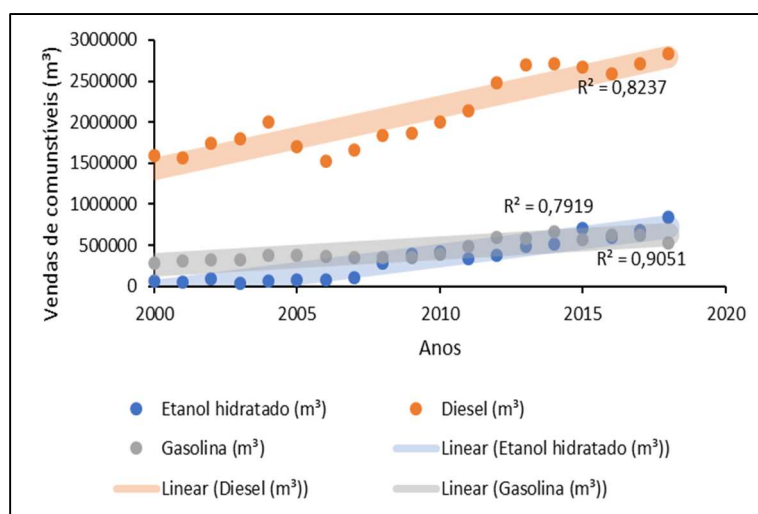


Figura 3: Dinâmica da soma das vendas de combustíveis no Mato Grosso desde o ano 2000 a 2018. R^2 disposto na figura. $R^2 = 0.90$ para Etanol hidratado; $R^2 = 0.82$ para Diesel; $R^2 = 0.79$ para Gasolina. Todas as regressões apresentaram $p < 0.05$.

Mato Grosso representou 1,34 % das vendas de Gasolina do Brasil em 2018, 4,3 % de Etanol e 5.1 % de Diesel. Dentre as cidades de MT, a capital Cuiabá se destaca nas vendas de Gasolina e Etanol, e a cidade de Rondonópolis supera em 2 vezes as vendas de Diesel, quando comparado com a capital. As vendas de combustíveis em MT aumentaram consideravelmente desde o ano de 2000 a 2018 para todos os três tipos de combustíveis analisados (R^2 disposto na figura; $P < 0.01$ para todos os casos; Figura 3).

Embora os três tipos de combustíveis tenham aumentado significativamente entre este período, é importante destacar que o Diesel foi o combustível mais comercializado, quando comparado aos outros dois tipos de combustível entre os anos de 2000 e 2018 (Anova one-way; $P < 0.01$; Figura 4), sendo que para

Gasolina e Etanol não houveram diferenças na sua comercialização.

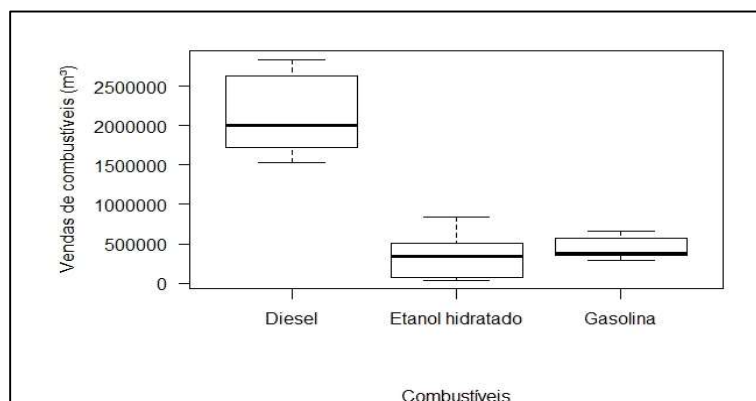


Figura 4: Comparações das vendas de combustíveis em MT considerando os anos de 2000 a 2018.

A conversão da venda de combustíveis para as emissões de CO₂ demonstrou altas emissões de CO₂ aumentando significativamente para todos os combustíveis analisados (R^2 no gráfico; $P < 0.01$ para todos os casos; Figura 5).

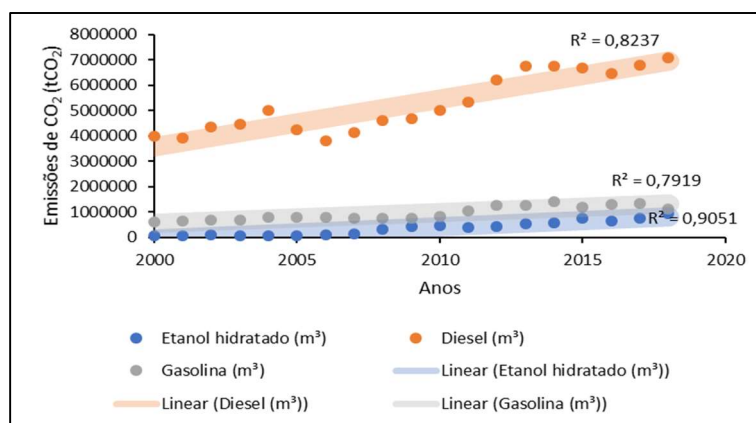


Figura 5: Dinâmica das emissões de CO₂ em virtude das vendas de combustíveis no MT entre os anos de 2000 a 2018. R^2 disposto na figura. $R^2 = 0.90$ para Etanol hidratado; $R^2 = 0.82$ para Diesel; $R^2 = 0.79$ para Gasolina. Todas as regressões apresentaram $p < 0.05$.

Tendo em vista o peso para as emissões de Diesel serem maiores do que para os outros dois combustíveis percebe-se que as emissões de CO₂ equivalente foi muito maior relativos a venda de Diesel do que dos outros dois tipos investigados (Anova one-way; $P < 0.05$ entre todos os casos; Figura 6).

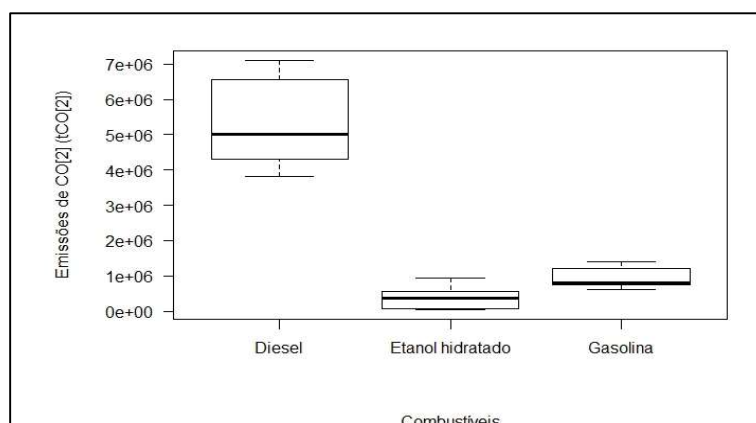


Figura 6: Comparações entre as emissões de CO₂ geradas em MT em virtude das vendas de combustíveis entre os anos de 2000 a 2018.

A nível nacional, o Diesel apresentou maiores taxas de emissão entre os anos 2007 a 2015 ($130,48 \pm 15,11$ mtCO₂), seguido pela Gasolina ($76,47 \pm 16,49$ mtCO₂) e o Etanol hidratado apresentando $15,15 \pm 3,41$ mtCO₂. Quando comparados ao Brasil as emissões de CO₂ no Estado de Mato Grosso corresponderam ao mesmo fato, onde o Diesel foi o combustível mais representativo nas emissões de CO₂ ($5,87 \pm 1,04$ mtCO₂), seguido pela Gasolina ($1,08 \pm 0,24$ mtCO₂), e o Etanol hidratado ($0,52 \pm 0,22$ mtCO₂). Sendo assim, o Estado de Mato Grosso correspondeu a 3,36 % de todas as emissões de CO₂ equivalentes à queima de combustíveis fósseis e não exauríveis no Brasil.

Entretanto, percebe-se uma diferença nas emissões de CO₂ em diferentes regiões, o que é fruto das vendas dos combustíveis. Por exemplo, enquanto Poconé possui menores emissões relacionadas a vendas de Diesel, quando comparadas às emissões de Cuiabá para o mesmo combustível, as emissões relacionadas a comercialização de Gasolina e Etanol se enquadram na mesma escala cromática do que Cuiabá. Municípios na região central de Mato Grosso são classificados com altas emissões de CO₂ relativas a todos os três tipos de combustíveis analisados (Figura 7).

Na cidade de Cáceres a frota de automóveis aumentou significativamente entre 2000 e 2018, saindo de quase 13 mil unidades em 2000 para quase 50 mil em 2018. Este número é principalmente referente ao aumento no número de motocicletas, o qual representou 54 % de toda a frota na cidade entre os anos supracitados, seguido pelos veículos leves, representando 40 %. Automóveis pesados e ônibus representam menos de 5 % de toda a frota.

Refletido no aumento da frota, a cidade de Cáceres também apresentou um aumento significativo das vendas entre 2007 a 2015 (período de dados disponibilizados pelo IBGE). Entretanto, houve menor intensidade para a comercialização de combustíveis Diesel e Etanol, e uma tendência a incremento para a Gasolina (R^2 dispostos na figura; $P < 0.01$; Figura 8).

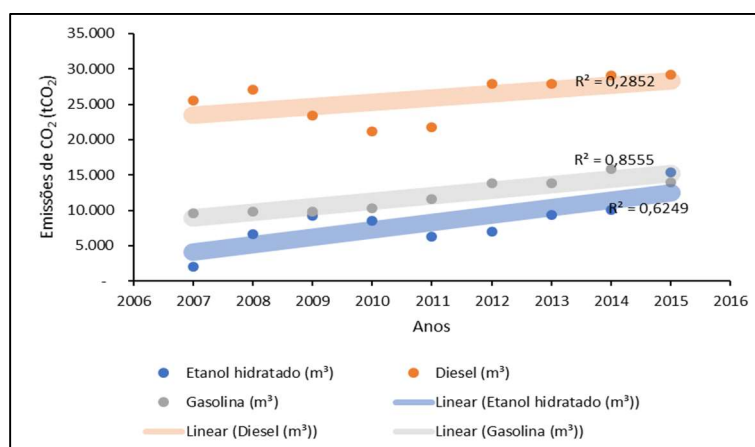


Figura 8: Dinâmica das emissões de CO₂ na cidade de Cáceres-MT em relação aos combustíveis comercializados. R^2 disposto na figura. $R^2 = 0.62$ para Etanol hidratado; $R^2 = 0.28$ para Diesel; $R^2 = 0.85$ para Gasolina. Todas as regressões apresentaram $p < 0.05$.

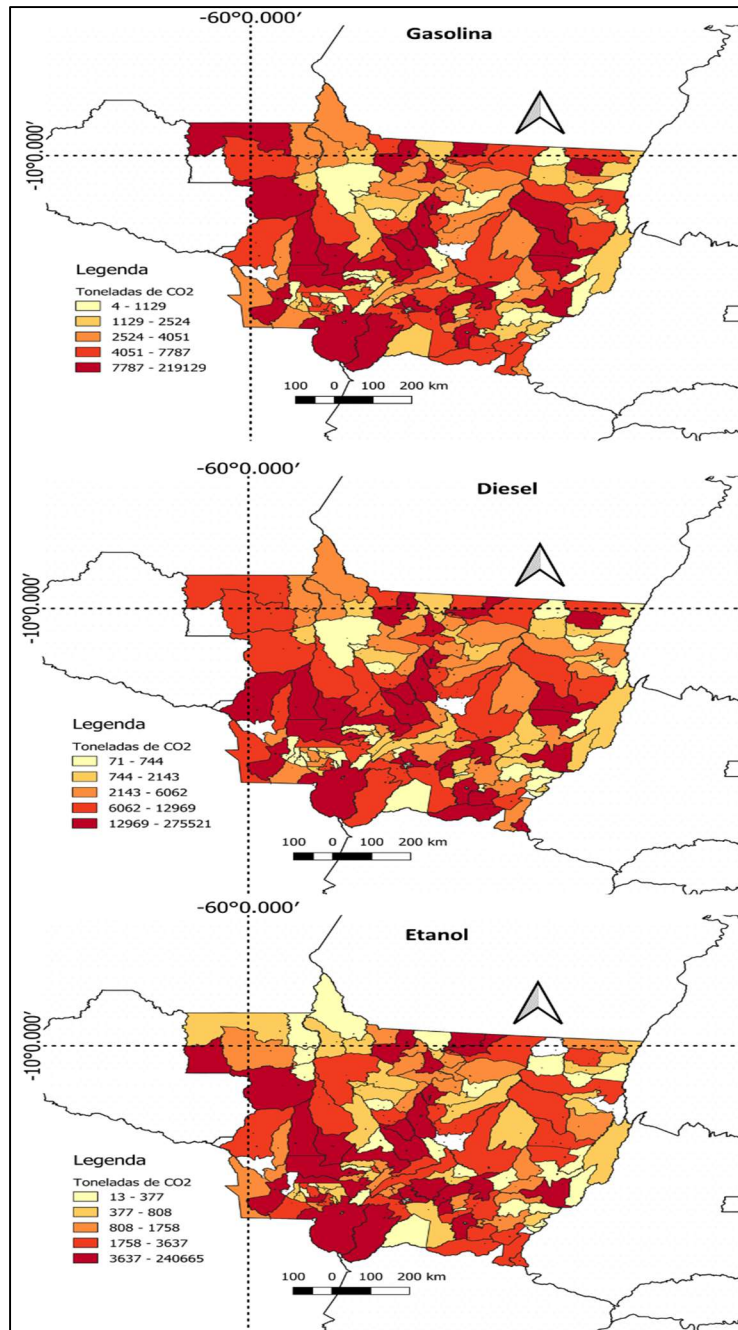


Figura 7: Emissões de CO₂ nos municípios de MT no ano de 2015 considerando os três tipos de combustíveis estudados.

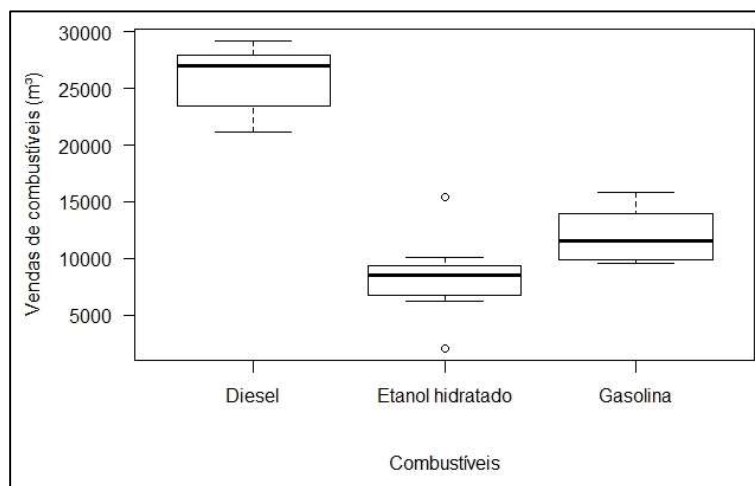


Figura 9: Comparações das vendas de combustíveis em Cáceres considerando os anos de 2007 a 2015.

O Diesel foi aquele combustível com maiores vendas, e Etanol com menores, sendo os três combustíveis diferentes significativamente entre si (Anova one-way; $P < 0.05$; Figura 9). Estes valores refletiram em maiores emissões para o Diesel, seguido pela Gasolina e menores para o Etanol (Anova one-way; $P < 0.05$; Figura 10).

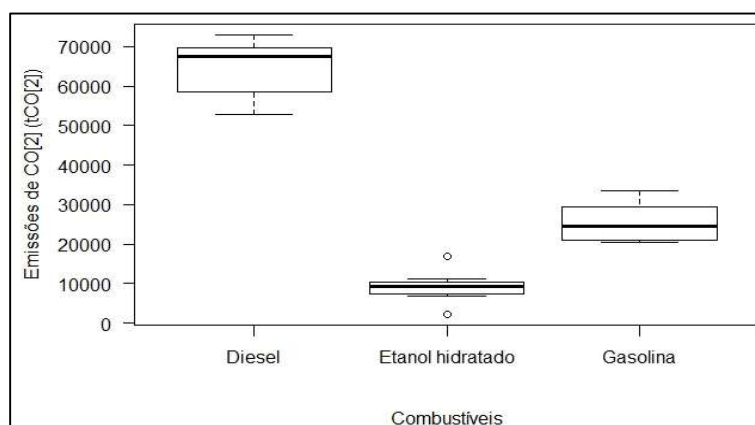


Figura 10: Comparações entre as emissões de CO₂ geradas em Cáceres em virtude das vendas de combustíveis entre os anos de 2007 a 2015.

Na cidade de Sinop, no Norte de MT, o acréscimo no consumo de combustível durante o período de 2007 a 2015 se deu principalmente ao Etanol, seguido pelo Diesel. Entretanto o Diesel ainda representa a maioria dos litros de combustível vendido na cidade, sendo 9 vezes mais vendido que o Etanol, e 654 vezes mais vendido que a Gasolina. Interessante ressaltar que houve um decréscimo no consumo de Gasolina nesta região em 84 vezes. Esses resultados de consumo de combustível, conseqüentemente reflete na grande quantidade de CO₂ equivalente emitidos na atmosfera (Figura 11).

A comparação entre as duas cidades, Cáceres e Sinop, revelam que a cidade ao Norte de MT consome 76 vezes mais combustível do que a cidade do Sudoeste. Este fato ocorre principalmente em virtude das vendas de Diesel, em que Sinop consome 4 vezes mais Diesel do que Cáceres. A Gasolina é 2.2 vezes mais consumida em Cáceres do que em Sinop. Estes resultados revelam que as emissões de CO₂ em Sinop são 2.7 vezes maiores do que em Cáceres, e se refletem no consumo de Diesel.

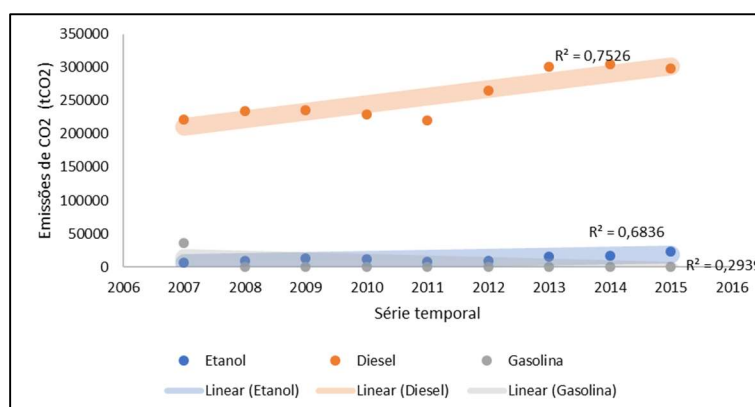


Figura 11: Dinâmica das emissões de CO₂ na cidade de Sinop-MT em relação aos combustíveis comercializados. R² disposto na figura. R² = 0.68 para Etanol hidratado; R² = 0.75 para Diesel; R² = 0.29 para Gasolina. Todas as regressões apresentaram $p < 0.05$.

Em comparação entre as cidades do Mato Grosso com distintas atividades econômicas, a cidade de

Cáceres possui uma área municipal 6 vezes maior do que a de Sinop, porém com uma população de menos de 95 mil habitantes, enquanto Sinop apresenta quase 140 mil habitantes. O número maior de habitantes leva também a um maior número de automóveis, em que Sinop apresenta 2.35 maior frota do que Cáceres, e o número é ainda mais expressivo no número de caminhões, em que a frota de Sinop é de 3682 veículos e Cáceres somente 1149. A cidade ao Norte de MT consome 76 vezes mais combustível do que a cidade do Sudoeste. Este fato ocorre principalmente em virtude das vendas de Diesel, em que Sinop consome 4 vezes mais Diesel do que Cáceres. Contrário ao consumo de Diesel, a Gasolina é 2.2 vezes mais consumida em Cáceres do que em Sinop. Estes resultados revelam que as emissões de CO₂ em Sinop são 2.7 vezes maiores do que em Cáceres, e se refletem no consumo de Diesel.

Relações significativas positivas foram observadas entre o consumo de combustíveis, as emissões de CO₂ e a área plantada no estado de Mato Grosso ($P < 0.05$ para ambas regressões; R^2 disposto na figura; Figura 12), indicando que o aumento da área plantada de Mato Grosso refletiu amplamente no consumo de combustíveis e no espectro de emissões dos gases de efeito estufa, independente da região estudada.

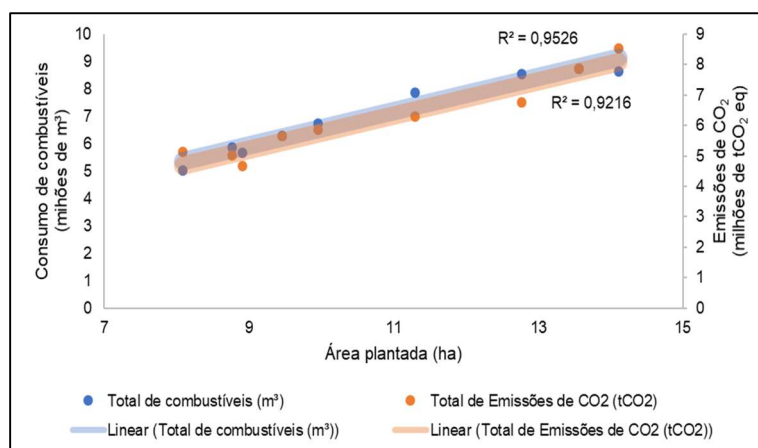


Figura 12: Relações entre a soma dos combustíveis vendidos no MT, as emissões de CO₂ geradas pela queima destes combustíveis e a área plantada no estado entre os anos de 2007 a 2015. R^2 disposto na figura. $R^2 = 0.92$ para emissões totais de CO₂; e $R^2 = 0,95$ total de consumo de combustível; ambos em relação a área plantada. Todas as regressões apresentaram $p < 0.05$.

DISCUSSÃO

Nossos resultados claramente indicam que há um estímulo ao uso do etanol hidratado no estado de MT, tanto em cidades da região do Norte quanto do Sudoeste, havendo um aumento significativo entre 2007 a 2015 nas duas cidades. O Brasil é um dos países que estimula amplamente o consumo de Etanol (ANDERSON, 2009), e na cidade de Sinop esse estímulo somente não superou o de Diesel entre os anos de 2007 a 2015, mas superou o uso de Gasolina em 70 vezes no ano de 2015. Essa diferença não foi observada no município de Cáceres, não havendo diferença no consumo de Gasolina e Etanol. O fato do menor consumo de Gasolina na região de Cáceres se dá devido a região ter um aumento expressivo no número de motocicletas, as quais os motociclistas preferencialmente utilizam Gasolina, o que não ocorreu em Sinop.

Nossos resultados também demonstram que há um aumento expressivo no consumo de Diesel, o que pode ser devido ao aumento da produção agrícola estadual, em que MT contribui significativamente para a produção nacional liderando a produção (GASQUES et al., 2016). Este fato é ainda mais aparente

quando comparadas as cidades do Norte, referente a alta produção agrícola, com a cidade do Sudoeste, somente rota de escoamento de produtos, sendo a primeira significativamente mais consumidora de Diesel do que a segunda. É interessante ressaltar que o maior consumo de combustível levou a 2.7 vezes mais CO₂ emitidos na atmosfera em Sinop do que em Cáceres, refletindo o potencial poluidor do Diesel. Somente a cidade de Sinop é o suficiente para suplantar as emissões de CO₂ provenientes do Estado inteiro de Roraima (RODRIGUES et al., 2016). Levando em consideração que o Estado de Mato Grosso é um importante exportador de mercadorias, como soja, gado, etc., possuindo rotas de caminhões de carga em todo o estado, conseqüentemente o maior consumo se aplica ao Diesel.

O Brasil inseriu os carros e motos flex esperando que houvesse um estímulo ao consumo do Etanol, o que não ocorreu devido a oscilação dos preços da Gasolina e do Etanol, principalmente durante a safra e/ou entressafra agrícola (MELO et al., 2014; RESENDE, et al. 2014). O comportamento do usuário dos veículos flex está atrelado ao preço e a economia nacional, em que embora alguns usuários mantenham o consumo de um mesmo tipo de combustível o ano todo, a maioria muda conforme o preço (MME, 2013). Na região Norte de Mato Grosso o valor do Etanol é menor do que no Sudoeste em até 30 centavos (ANP, acesso em Junho de 2019), o que pode refletir a tendência ao consumo do Etanol na região de Sinop.

Gomes et al. (2010) relata que o estado de Mato Grosso vem reduzindo as taxas de emissões de CO₂ per capita, entretanto, o aumento da produção agrícola, e principalmente da eficiência produtiva pode contrapor esta produção, em que há um maior incremento do uso de combustíveis como o Diesel, como demonstrado por nossos dados.

Considerando que o setor agropecuário brasileiro provoca um aumento nos gases de efeito estufa devido ao desmatamento (SEEG, 2017), grande parte dessas emissões devem estar relacionadas a queima de combustível fóssil no transporte de produtos, provenientes principalmente do Norte do estado, ou devido às rotas de escoamento, assim como demonstrado por nossos dados.

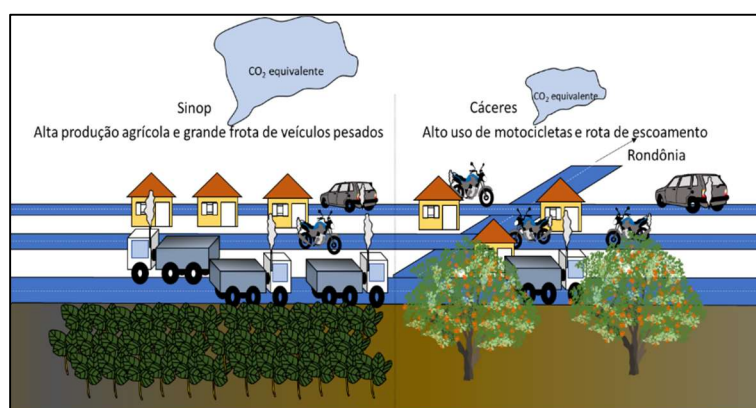


Figura 13: Esquema das emissões de CO₂ em duas cidades do Mato Grosso, Sinop e Cáceres.¹

Mesmo não pertencente ao arco do desmatamento e lateralmente localizada a regiões de grande produção de grãos em MT, as emissões de CO₂ na cidade de Cáceres/MT tiveram um aumento gradual para

¹ As emissões de CO₂ nas duas cidades são principalmente provenientes da queima do combustível Diesel, porém, em Sinop a queima de Diesel é 4 vezes maior do que em Cáceres, devido ao escoamento da produção agrícola. Já em Cáceres, o consumo de Gasolina é 2.2 vezes maior do que em Sinop, devido a mudança comportamental do uso da bicicleta para o uso de motocicletas. Em suma, o município de Sinop emite 2.7 vezes mais CO₂ do que a cidade de Cáceres (aqui representado pela nuvem em azul).

os três diferentes combustíveis, principalmente para o consumo de Diesel. Além dos inúmeros comércios urbanos contidos na cidade, pode-se levar em consideração que a cidade também possui rota de veículos pesados, o que garante a grande diferença no consumo de Diesel. A mudança na dinâmica da vida dos cacerenses também é um fator crucial para o aumento das emissões de CO₂ proveniente da queima de combustíveis fósseis, pois o hábito citadino de uso da bicicleta foi consideravelmente substituído pelo uso de motocicleta ou carro. O que piora o quadro da cidade é o fato de que o uso de combustível não exaurível não foi emplacado na região, em que a população permaneceu consumindo a Gasolina como principal combustível para veículos leves (Figura 13).

CONCLUSÕES

Aqui, demonstramos que o impacto das emissões de gases do efeito estufa no MT são setorizadas, e mesmo em regiões onde a frota de veículos pesados não é representativa, o fluxo de caminhões em suas rodovias gera emissões altas de CO₂, embora as emissões em regiões de alta produção agrícola presente, em milhares de vezes a mais, maiores emissões. Assim, consideramos que o aumento no número de veículos pesados como caminhões, são os principais responsáveis pelo aumento expressivo nas emissões de CO₂ de Mato Grosso, principalmente no norte do Estado. O estímulo ao consumo de Etanol deve ser priorizado na região Sudoeste, haja visto que o consumo de Gasolina aumentou significativamente, mesmo após o incentivo ao uso de carros flex, por exemplo, o que se deve ao fato do aumento no número de motocicletas. Em uma cidade como Cáceres, com baixa altitude e com poucos morros, o uso da bicicleta deve ser considerado como um expoente para a tomada de decisões dos órgãos públicos no manejo da qualidade ambiental local. Além disso, a implementação e o estímulo ao uso de transportes públicos devem reduzir as emissões. Estando o planeta em acréscimo da temperatura, constata-se que atitudes pequenas podem drasticamente reduzir as emissões de gases do efeito estufa.

REFERÊNCIAS

ANDERSON, L. G.. Ethanol fuel use in Brazil: air quality impacts. **Energy & Environmental Science**, v.2, n.10, p.1015, 2009.

AZUAGA, D.. **Danos ambientais causados por veículos leves no Brasil**. Tese (Doutorado Programas de Pós-Graduação de Engenharia) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2000.

CARVALHO, C. H. R.. **Emissões relativas de poluentes do transporte urbano**. Ipea, boletim regional, urbano e ambiental, 2011.

DRUMM, F. C.; GERHARD, A. E.; FERNANDES, G. D.; CHAGAS, P.; SUCOLOTTI, M. S.; KEMERICH, P. D. C.. Poluição atmosférica proveniente da queima de combustíveis derivados do petróleo em veículos automotores. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v.18, n.1, p.66-78, 2014.

EPA. Environmental Protection Agency. **Average Carbon Dioxide Emissions Resulting from Gasoline and Diesel Fuel**. Technical note. 2005.

GABRIEL, L. F.; SCHNEIDER, A. H.; SKROBOT, F. C.; SOUZA, M. D.. **Uma análise da indústria automobilística no Brasil e a demanda de veículos automotores: algumas evidências para o período recente**. ANPEC, 2011.

FANTELLI, F. C.. Análise da emissão de CO₂ por veículos do tipo fórmula SAE elétricos e a combustão. **Revista Ciências do Ambiente**, v.9, n.1, 2013.

GASQUES, J. G.; BACCHI, M. R. P.; BASTOS, E. T.. **Crescimento e Produtividade da agricultura brasileira de 1975 a 2016**. Nota Técnica IPEA. Carta de Conjuntura. 2018.

GEGNER, M.. O Brasileiro e o seu ego-carro Uma visão sociológica europeia sobre o ato de dirigir em um 'país do futuro'. **Revista de Pesquisa em Arquitetura e Urbanismo**, v.13, n.1, p.75-82, 2011.

GOMES, V. M.; FARIA, A. M. M.; DALLEMOLE, D.. Emissão de CO₂ derivado do consumo de combustíveis no Brasil e Mato Grosso entre 2000 e 2008: biocombustíveis como estratégia

de ajustamento a uma economia de baixo carbono. **Revista de Estudos Sociais**, v.2, n.24, p.159-152, 2010.

GUIMARÃES, L. E. G.; LEE, F.. Levantamento do perfil e avaliação da frota de veículos de passeio brasileira visando racionalizar as emissões de dióxido de carbono. **Sociedade & natureza**, Uberlândia, v.22, n.3, p.577-592, 2010.

LUCHEZI, T. F.. O Automóvel como Símbolo da Sociedade Contemporânea. In: SEMINÁRIO DE PESQUISA EM TURISMO DO MERCOSUL, 6. **Anais**. Caxias do Sul: Universidade de Caxias do Sul, 2010.

MATTOS, L. B. R.. **A Importância do Setor de Transportes na Emissão de Gases do Efeito Estufa: o Caso do Município do Rio de Janeiro**. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2001.

MELO, A. S.; SAMPAIO, Y. S. B.. Impactos dos preços da gasolina e do etanol sobre a demanda de etanol no Brasil. **Revista de Economia Contemporânea**, v.18, n.1, p.56-83, 2014.

MOREIRA, L. C. O.. **Comparação entre os poluentes atmosféricos e ruídos emitidos por uma caldeira flamo tubular movida a gás natural e a óleo combustível BPF 2ª**. Dissertação (mestrado Programa de Pós-graduação em Tecnologia Ambientais) - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2007.

COSENTINO, H. M.; MORELLI, E. Z.; PATERNÒ, F.. **Inovação e mercado para o automóvel do futuro**. São Paulo: Câmara Ítalo-brasileira de Comércio, Indústria e Agricultura de São Paulo, 2015.

MME. Ministério de Minas e Energia. **Avaliação do comportamento dos usuários de veículos flex fuel no consumo de combustíveis no Brasil**. MME, 2013.

NOBRE, C. A.; REID, J.; VEIGA, A. P. S.. **Fundamentos científicos das mudanças climáticas**. São José dos Campos: Rede Clima/INPE, 2012.

PBMC. Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas. **Grupo de Trabalho 2 Impactos, vulnerabilidades e adaptação às mudanças climáticas**. Rio de Janeiro: UFRJ, 2013.

RESENDE, L. M. S.; FARIA, A. M. M.; DASSOW, C.; AZEVEDO, J. W. C.. Substituição de combustíveis exauríveis por renováveis: análise da sazonalidade de preços do etanol e da gasolina no estado de Mato Grosso. **Revista de Administração e Negócios da Amazônia**, v.1 n.1, 2014.

RODRIGUES, J. M.; RODRIGUES, R. D.; JUSTINO, F. B.. Efeitos locais e de larga escala na dinâmica climática do município de Viçosa, Minas Gerais. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v.22, n.3, p.593-610, 2010.

RODRIGUES, P. M. S.; FILHO, P. A. S.. Quantificação das emissões de dióxido de carbono (CO₂) por veículos automotores na cidade de Boa vista/RR – 2005 a 2015. In: CONGRESSO LUSO BRASILEIRO PARA O PLANEJAMENTO URBANO, REGIONAL, INTEGRADO E SUSTENTÁVEL, CONTRASTES, CONTRADIÇÕES E COMPLEXIDADES, 7. **Anais**. 2016.

SEEG. **Emissões do setor de agropecuária: período de 1970 a 2015**. Documento de Análise. IMAFLORA, 2017.

A CBPC – Companhia Brasileira de Produção Científica (CNPJ: 11.221.422/0001-03) detém os direitos materiais desta publicação. Os direitos referem-se à publicação do trabalho em qualquer parte do mundo, incluindo os direitos às renovações, expansões e disseminações da contribuição, bem como outros direitos subsidiários. Todos os trabalhos publicados eletronicamente poderão posteriormente ser publicados em coletâneas impressas sob coordenação da **Sustenere Publishing**, da Companhia Brasileira de Produção Científica e seus parceiros autorizados. Os (as) autores (as) preservam os direitos autorais, mas não têm permissão para a publicação da contribuição em outro meio, impresso ou digital, em português ou em tradução.