

# BIOCOMBUSTÍVEIS E A MITIGAÇÃO DAS EMISSÕES DE GEE: UMA QUESTÃO DE SUSTENTABILIDADE

*BIOFUELS AND THE MITIGATION OF GHG EMISSIONS: A MATTER OF SUSTAINABILITY*

*BIOCOMBUSTIBLES Y MITIGACIÓN DE EMISIONES DE GEI: UNA CUESTIÓN DE SOSTENIBILIDAD*



Revista  
**Desafios**

Artigo Original  
Original Article  
Artículo Original

Aline de Brito Maier<sup>1</sup>, Adriele Cristina Santos<sup>1</sup>, Franscianne Batista de Araújo<sup>1</sup>, Gláucia Eliza Gama Vieira<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Agroenergia – PPGA, Universidade Federal do Tocantins – UFT, Palmas/TO, Brasil.

<sup>2</sup>Docente do Programa de Pós-Graduação em Agroenergia – PPGA, Universidade Federal do Tocantins – UFT, Palmas/TO, Brasil.

\*Correspondência: Laboratório de Ensaio e Desenvolvimento em Biomassa e Biocombustível - LEDBIO, Av. NS 15, 109 Norte. Prédio do PPGA. Universidade Federal do Tocantins - UFT, Palmas, Tocantins, Brasil. CEP:77.010- 090. E-mail [maieraline@mail.uft.edu.br](mailto:maieraline@mail.uft.edu.br).

Artigo recebido em 08/12/2020 aprovado em 13/12/2021 publicado em 27/04/2022.

## RESUMO

O aumento das emissões de gases do efeito estufa (GEE) associados aos impactos nocivos ao ambiente relacionados as alterações climáticas vêm alavancando pesquisas voltadas para sua mitigação. O setor de transporte se insere neste cenário, estando entre os maiores emissores, devido principalmente ao uso de combustíveis fósseis. Nesse âmbito, os biocombustíveis surgem como forma de redução das emissões provenientes da utilização de veículos automotores, incentivando assim sua produção em diversos países. Neste contexto, o presente estudo visa avaliar a viabilidade do uso de biocombustíveis como alternativas ao uso de combustíveis fósseis para a redução de emissões de GEE e consequentemente de seus impactos. Foi realizada uma pesquisa qualitativa em diversas bases de dados apontando os principais pontos a serem considerados para o desenvolvimento do trabalho. Discorreu-se acerca das prospecções futuras relativas as mudanças climáticas bem como os impactos do Covid-19 nas emissões a nível global, além de apresentar uma análise geral das emissões provenientes do setor de transporte e a viabilidade da substituição dos combustíveis fósseis por biocombustíveis como forma de minimizar os impactos gerados, comprovando assim a importância da utilização dos biocombustíveis bem como a necessidade de investimento em políticas públicas, pesquisas e tecnologias no setor.

**Palavras-chave:** Mudanças climáticas, Emissões, Fonte alternativa.

## ABSTRACT

*The increase in greenhouse gas (GHG) emissions associated with harmful impacts on the environment related to climate change have been leveraging research aimed at mitigating them. The transport sector is part of this scenario, being among the largest emitters, mainly due to the use of fossil fuels. In this context, biofuels appear as a way of reducing emissions from the use of motor vehicles, thus encouraging their production in several countries. In this context, the present study aims to evaluate the feasibility of using biofuels as alternatives to the use of fossil fuels to reduce GHG emissions and consequently their impacts. A qualitative research was carried out in several databases, pointing out the main points to be considered for the development of the work. Discussions were made about future prospects for climate change as well as the impacts of Covid-19 on global emissions, in addition to presenting a general analysis of emissions from the transport sector and the feasibility of replacing fossil fuels with biofuels as a to minimize the impacts generated, thus proving the importance of using biofuels as well as the need for investment in public policies, research and technologies in the sector.*

**Keywords:** Climate change, Emissions, Biofuels.

## RESUMEN

*El aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) asociado con los impactos nocivos sobre el medio ambiente relacionados con el cambio climático ha estado impulsando la investigación dirigida a mitigarlos. El sector del transporte forma parte de este escenario, estando entre los mayores emisores, principalmente por el uso de combustibles fósiles. En este contexto, los biocombustibles aparecen como una forma de reducir las Se discutieron las perspectivas de futuro del cambio climático así como los impactos del Covid-19 en las emisiones a nivel global, además de presentar un análisis general de las emisiones del sector transporte y la viabilidad de sustituir los combustibles fósiles por biocombustibles como vía. minimizar los impactos generados, emisiones derivadas del uso de vehículos de motor, incentivando así su producción en varios países. En este contexto, el presente estudio tiene como objetivo evaluar la factibilidad de utilizar biocombustibles como alternativas al uso de combustibles fósiles para reducir las emisiones de GEI y consecuentemente sus impactos. Se realizó una investigación cualitativa en varias bases de datos, señalando los principales puntos a considerar para el desarrollo del trabajo. comprobando así la importancia del uso de biocombustibles así como la necesidad de inversión en políticas públicas, investigación y tecnologías en el sector.*

**Descriptores:** Cambio climático, emisiones, biocombustibles.

## INTRODUÇÃO

O aumento das emissões de gases do efeito estufa insere a problemática das mudanças climáticas entre os temas mais debatidos em escala global. No intuito de desacelerar este processo, o Brasil assumiu o compromisso de redução das emissões de GEE, buscando manter a temperatura abaixo dos 2°C em relação aos níveis pré-industriais conforme o Acordo de Paris, firmado em 2015 durante a 21ª conferência das partes (COP21) da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC) em Paris (BAGGIO, 2018). Para atingir esta meta, o país objetiva a implementação do uso sustentável da bioenergia, as mudanças do uso da terra e florestas e a aumentar a matriz energética a partir da participação de fontes de energia sem ou com baixa emissão de carbono (BRASIL, 2015).

Por ser uma poluição muitas vezes imperceptível (ao contrário da poluição derivada de resíduos sólidos), alguns países acabam ignorando seus impactos nocivos. Em contrapartida, o progresso da ciência, provou que os níveis de dióxido de carbono na atmosfera subiram para cerca de 415 partes por milhão (AZEVEDO, 2020), sendo o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) o principal gás responsável pelo efeito estufa,

representando cerca 80% das emissões antrópicas atualmente (IEA, 2020).

Conforme Pugliero *et al.* (2018), cerca de 72% dessas emissões podem ser atribuídas a transportes rodoviários que, contribuem de forma significativa para impactos ambientais na forma de Mudanças Climáticas. Porém, existe um empenho global focado na diminuição dos níveis de emissão de poluentes e na mudança do sistema energético fóssil-nuclear para um sistema energético baseado em energias limpas, recorrendo a práticas sustentáveis de aproveitamento de recursos naturais e medidas mitigadoras do aquecimento global (AZEVEDO, 2020).

Como o setor que mais emite, potencialmente é o que mais apresenta possibilidades de redução de emissões (IPEA, 2015). Assim, do ponto de vista global, uma possível forma de mitigação de parte das emissões seria a substituição dos veículos por outros menos poluentes. Este cenário coloca os biocombustíveis em evidencia, incentivando assim o desenvolvimento de pesquisas, tecnologias e políticas públicas no setor.

Neste contexto, o presente estudo visa compreender a relação entre o uso de biocombustíveis e a redução da emissão de GEE numa perspectiva

global, considerando as metas estabelecidas no Acordo de Paris e seus reflexos no cenário ambiental dos próximos anos.

Os biocombustíveis estão conquistando cada vez mais espaço com relação aos combustíveis fósseis, com o intuito de diluir a dependência deste último. Os combustíveis renováveis que temos a disposição são: etanol, biodiesel e biogás nos quais mostram consideráveis reduções de emissão de CO<sub>2</sub> se comparadas aos combustíveis convencionais, as alternativas citadas são as opções dispostas no mercado em abundância em quantidades suficiente para permutar parte dos combustíveis oriundo de fontes fósseis (WBA, 2013).

Intervenções no âmbito internacionais estão progredindo com o objetivo de aumentar a sustentabilidade dos biocombustíveis ao longo da cadeia produtiva. Desta maneira, essas determinações buscam potencializar, no período do ciclo de vida do biocombustível, uma elaboração e estruturação que procure reduzir os impactos negativos sobre as três dimensões da sustentabilidade (ROLLANO et al., 2015).

Assim sendo, o presente estudo investigou a exposição aos efeitos da sustentabilidade na análise do ciclo de vida dos biocombustíveis, esse importante efeito reflete em alguns protocolos internacionais, onde projeta-se um aumento de mistura de combustíveis renováveis a gasolina. Em meios as determinações, impacta nas reduções na potência dos gases de efeito estufa (GEE) que são expostas pelo setor de transporte rodoviário e não-rodoviário, a partir das regulações no processo produtivo, aumentando assim a participação de combustíveis renováveis (UNICA, 2010).

## MATERIAIS E MÉTODOS

Para a realização desta pesquisa foi utilizada a metodologia qualitativa, de modo a investigar pensamentos, conhecimentos já solidificados no seguimento, tendo como finalidade demonstrar a relevância da temática apresentada para o desenvolvimento sustentável. Onde por meio de análises de artigos, tem o objetivo de proporcionar melhor o conhecimento que tange esse assunto.

A pesquisa teve coleta de dados em artigos científicos de revistas com embasamento sobre a temática “Mudanças climáticas”, onde estes trabalhos estão disponíveis em diversas bases de dados, como: *Scopus*, *Web of Science*, *Scielo*, *Google Scholar* entre outros. Os autores também coletaram dados em teses de mestrado e doutorado de unidades acadêmicas nacionais, em sites oficiais ligados às áreas da pesquisa além de sites internacionais relevantes ao tema abordado.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir do que foi apresentado, o presente tópico se dividiu em seis subtópicos, onde começou abordando sobre reflexos futuros das mudanças climáticas e em seguida uma explanação diante de uma Pandemia Global e seu efeito sobre a emissão de CO<sub>2</sub>, e finalizando com abordagem da inclusão de biocombustíveis como alternativa de melhorias e sustentabilidade, quais melhores fontes possíveis para isso e uma avaliação de ciclo de vida dessa alternativa.

## MUDANÇAS CLIMÁTICAS: UMA PROSPECÇÃO FUTURA

A expansão sem precedentes do crescimento econômico nos últimos anos aumentou consideravelmente a disponibilidade de bens e serviços para os habitantes do globo (MARTINE, 2015). Este desenvolvimento econômico e industrial esteve fortemente pautado na utilização de recursos naturais e

combustíveis fósseis, gerando assim impactos ambientais sem precedentes. Dentre os mais significativos pode-se citar a supressão de grandes áreas de florestas nativas, uso indiscriminado dos recursos hídricos e aumento nas emissões de gases do efeito estufa.

Um reflexo destes impactos vem sendo cada vez mais discutido em diversos setores: o aquecimento global. Segundo dados do IPCC (2018), O aquecimento causado por emissões antrópicas desde o período pré-industrial até o presente persistirá por séculos e milênios, e continuará causando mudanças a longo prazo no sistema climático sendo provável que o aquecimento global atinja 1,5°C entre 2030 e 2052, caso continue a aumentar no ritmo atual.

Tais alterações climáticas impactam diretamente na temperatura média na maioria das regiões terrestres e oceânicas, nos extremos de calor na maioria das regiões habitadas, na ocorrência de chuva intensa em diversas regiões e na probabilidade de seca e déficits de chuva em algumas regiões (IPCC, 2018), impactando diretamente as cadeias produtivas comprometendo a segurança alimentar. Dentre as cadeias produtivas que poderão ser afetadas, destaca-se a da produção de oleaginosas, onde, os aumentos de temperatura, provocados pelas mudanças climáticas, poderão restringir geograficamente as culturas energéticas (VIANA, *et al.* 2012).

Os países menos desenvolvidos irão sentir os impactos de forma mais brusca, afetando principalmente as populações desfavorecidas e vulneráveis, alguns povos indígenas e comunidades locais dependentes de meios de subsistência agrícolas ou costeiros (IPCC, 2018). Estes impactos estarão relacionados além da segurança alimentar, a saúde ao desenvolvimento econômico, levando muitas vezes

estas populações a uma migração devido as condições climáticas desfavoráveis a subsistência.

Segundo Nunes (2019), precisamos reconhecer que os refugiados ambientais ou migrantes ambientais são parte desse novo cenário global e que a estreita relação com a tríade população-ambiente-consumo, não se limita ao esgotamento e degradação dos recursos naturais, mas amplia para a própria sobrevivência do ser humano no planeta.

Além dos impactos acima citados, estudos comprovam que até 2100 irá ocorrer a elevação dos níveis dos oceanos e, em terra, os impactos sobre a biodiversidade e ecossistemas irão incluir a perda e extinção de espécies, além de aproximadamente 4% da superfície terrestre passa por uma transformação de ecossistemas de um tipo para outro (IPCC, 2018). Para Luís (2020), as mudanças climáticas compõem um dos principais riscos à biodiversidade, gerando um conjunto de impactos que vão desde o modo de vida das espécies até às alterações na corologia ou ainda colaborando para processos de extinção.

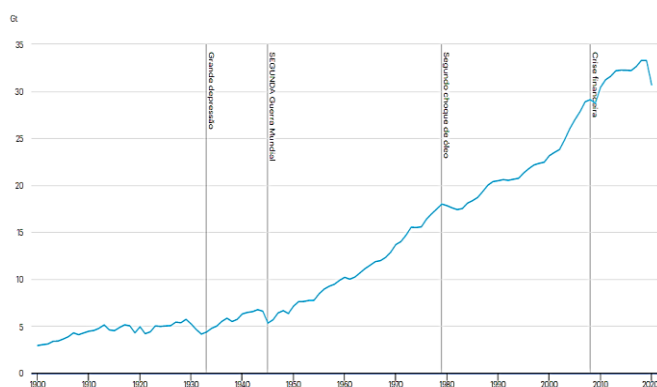
Objetivando a reversão deste cenário, diversos países se uniram no intuito de reduzir os problemas ambientais mundiais, comprometendo-se a organizar uma estratégia global “para proteger o sistema climático para gerações presentes e futuras” (BRASIL, 2019). Ainda segundo relatório apresentado pelo IPCC (2018), a cooperação internacional é um catalizador crítico para os países em desenvolvimento e regiões vulneráveis fortalecerem suas ações para a implementação de respostas climáticas consistentes. Para tanto, tais países devem reduzir a quantidade de gases de efeito estufa (GEE) que liberam na atmosfera.

## **IMPACTO DO COVID-19 NAS EMISSÕES DE CO<sub>2</sub>**

O ano de 2020 começou bastante conturbado devido propagação do Covid-19 a nível mundial, disseminando o pânico e levando os países atingidos a aderirem métodos de controle do vírus. Apesar dos inúmeros impactos negativos para a sociedade como um todo, a redução da emissão de GEE na atmosfera foi considerável, devido principalmente a redução de veículos durante os períodos de pandemia do COVID-19 adotados nestes países. Dados do IEA (2020), comprovaram que como resultado da crise da Covid-19, as emissões globais de CO<sub>2</sub> devem diminuir em 8% em 2020, ou quase 2,6 gigatoneladas, para níveis de 10 anos atrás.

Essa redução ano a ano seria a maior de todos os tempos, seis vezes maior do que a redução recorde anterior de 0,4 Gt em 2009 - causada pela crise financeira global - e duas vezes maior que o total combinado de todas as reduções anteriores desde o final da Segunda Guerra Mundial (IEA 2020). A figura 1 apresenta as emissões globais no período de 1900 a 2020, onde as reduções são perceptíveis em diferentes crises enfrentadas durante o século.

**Figura 1.** Emissões globais de CO<sub>2</sub> relacionadas à energia entre os anos 1900 e 2020.



FONTE: AIE, Emissões globais de CO<sub>2</sub> relacionadas à energia, 1900-2020, AIE, Paris <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/global-energy-related-co2-emissions-1900-2020>.

Outro impacto significativo da crise do Covid-19 foi a redução da demanda por petróleo, com queda

de quase 5% no primeiro trimestre, devido ao corte na mobilidade e na aviação, que respondem por quase 60% da demanda global por petróleo (IEA, 2020). Oliveira et al. (2020) aponta que o fechamento de fábricas e do comércio, bem como as restrições de viagem para lidar com a disseminação do vírus resultou tanto na redução nas emissões de CO<sub>2</sub>, quanto no uso de combustíveis fósseis, na geração de resíduos e uso de matéria prima.

Seguindo um caminho oposto, as energias renováveis foram a única fonte que apresentou crescimento da demanda, impulsionado pela maior capacidade instalada e despacho prioritário (IEA,2020). Neste sentido, o Brasil ocupa um lugar de destaque, uma vez que supre grande parte da demanda nacional com tais fontes renováveis. Dados do EPE (2017) afirmam que a participação das energias renováveis na matriz energética brasileira é de 43,2 %, valor muito acima da média mundial, que é de 14,1 %.

Por fim, a preocupação de diversos setores com o cenário pós crise deve ser considerada como fator de extrema importância, uma vez a recuperação das emissões pode ser maior do que o decaimento, a menos que a onda de investimentos para restaurar a economia seja dedicada a uma infraestrutura de energia mais limpa e resiliente (IEA,2020).

## SETOR DE TRANSPORTE X EMISSÕES DE GEE

A indústria consumidora de combustíveis fósseis vem crescendo consideravelmente nas últimas décadas, bem como a preocupação com os impactos relacionados as alterações climáticas devido ao aumento das emissões de gases de efeito estufa (GEE). Segundo o IPCC (2014) os 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, sendo o CO<sub>2</sub> um dos mais prejudiciais.

As emissões globais de CO<sub>2</sub> da combustão de combustível atingiram um máximo histórico de 33,5 GtCO<sub>2</sub> em 2018 impulsionado por um crescimento robusto da população e da atividade econômica, enquanto exibiam um ligeiro declínio (menos de 1%) em 2019 (IEA, 2020). Janssens (2019) aponta que no ano de 2012, as diversas atividades consumidoras de combustíveis fósseis foram responsáveis por 90,6% das emissões de CO<sub>2</sub> no mundo.

O crescimento das emissões em 2018 foi impulsionado em grande parte por países não pertencentes à Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), liderados pela China e Índia (IEA,2020). Conforme Ceretta et al. (2020), o crescimento de uma economia é prioridade do governo de cada país, pois este avanço proporciona melhores condições de vida para a população, melhores salários e oferta de bens, porém, este crescimento está diretamente relacionado com o aumento do uso de combustíveis fósseis e conseqüentemente das emissões de GEE.

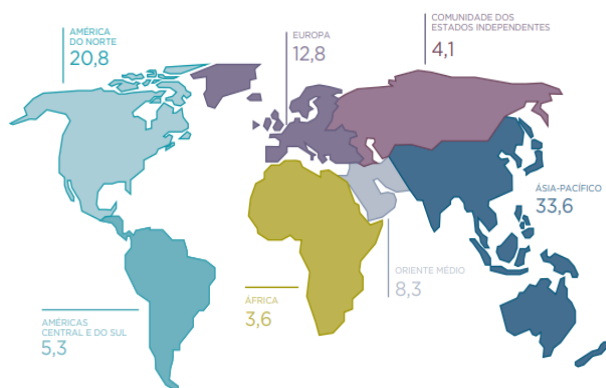
Apesar do cenário negativo apresentado acima, os dados provisórios para 2019 mostram tendências opostas em todas as geografias, com um declínio nas emissões nas economias avançadas, incluindo os principais emissores, como os Estados Unidos, Alemanha e Japão; um aumento contínuo na China; e níveis estáveis na Índia (IEA, 2020). Tal mudança pode ser associada ao crescente incentivo ao uso de tecnologias que suprem a demanda energética associados a redução dos possíveis impactos ambientais.

Assim, a substituição do consumo de combustíveis fósseis por outros combustíveis menos poluidores, bem como o aumento da participação de fontes de energia renovável na oferta interna de energia total, são algumas tendências na redução das emissões de CO<sub>2</sub> observadas pelo mundo (Oliveira, 2017).

## **BIOCOMBUSTÍVEIS COMO ALTRNATIVA AO USO DE COMBUSTÍVEIS FÓSSEIS**

O uso do petróleo e seus derivados proporcionou uma evolução das matrizes energéticas no mundo, motivada também pelo surgimento da energia elétrica, amplamente usada até os dias atuais (COSTA, 2019). Porém, ao longo dos anos houve um agravamento dos impactos ambientais devido a intensificação da utilização de combustíveis fósseis e a conseqüente emissão de altos níveis de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) na atmosfera (FIELD, et al. 2014). A figura 02 apresenta o cartograma de consumo de petróleo no ano de 2019 segundo as regiões geográficas, onde, os maiores consumidores estão localizados na Ásia-Pacífico e América do Norte, com o consumo de 33,6 e 20,8 milhões de barris de petróleo/dia respectivamente, comprovando assim a relação entre desenvolvimento econômico e consumo de combustíveis fósseis.

**Figura 2.** Consumo de petróleo segundo regiões geográficas (milhões de barris/dia) - 2020.



FONTE: Anuário estatístico brasileiro do petróleo, gás natural e biocombustíveis: 2021 / Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. - Rio de Janeiro: ANP, 2008-v.:gráf.,tab.

Isto se deve, dentre outros fatores, a crescente utilização de automóveis em todo o mundo. Segundo Gazzoni (2014), o automóvel tornou-se um símbolo de status e comodidade, e pode ser considerado causa e consequência das deficiências dos sistemas de transportes urbanos e sua utilização contribuí consideravelmente para o aumento das emissões de GEE. Dados do IEA (2009), projetam que as emissões mundiais de CO<sub>2</sub> provenientes da queima de combustíveis continuarão a crescer ininterruptamente, embora a taxas decrescentes, atingindo 35,4 Gt de CO<sub>2</sub> até 2035 (IEA, 2010). Assim, a excessiva dependência do automóvel, assim como do modal de transporte rodoviário, baseado em energia fóssil, necessita de processos urgentes e eficientes de mitigação das emissões (Gazzoni, 2014).

Neste contexto, a busca por alternativas que atendessem um mercado consumidor cada vez maior levou os biocombustíveis a uma posição de destaque na matriz energética mundial, uma vez que estes além de suprir a demanda, ainda proporcionam segurança energética para países produtores, vantagens econômicas por fornecer uma perspectiva de redução

custos e de ganhos ambientais relacionados à redução de GEE. Conforme Rodrigues (2018), o conceito de segurança energética habitualmente relacionado a garantia de suprimento e preços acessíveis, adquiriu um novo elemento ligado à necessidade de redução das emissões de gases de efeito estufa.

O Brasil é o segundo maior produtor de biocombustíveis, ficando atrás apenas dos Estados Unidos. A Alemanha, a França e a China figuram como 3º, 4º e 5º colocados em produção de biocombustíveis, embora distantes dos dois primeiros (Guimarães et al. 2019). Segundo Tolmasquim (2007), os países que se dispuserem maior acesso e investimento nos recursos energéticos alternativos, de baixo custo e impacto ambiental reduzido, obterão vantagens no processo de desenvolvimento socioeconômico.

Buscando alcançar este desenvolvimento socioeconômico, o Brasil utiliza cerca de 45% da energia e 18% dos combustíveis consumidos provenientes de recursos renováveis (ANP, 2020). Este cenário foi extremamente relevante, colocando o Brasil como referência internacional na utilização de combustível líquido limpo e renovável (SIAMIG, 2019). Um fator positivo é a capacidade produtiva nacional, devido principalmente a área agricultável disponível associada a diversidade de matérias primas utilizadas para a produção, podendo ser citadas a cana de açúcar, pinhão manso, camelina, algas, soja, canola, óleo de cozinha usado, macaúba, babaçu, entre outros (ZAMPAR, 2019).

Nesta conjuntura, visando consolidar os biocombustíveis na matriz energética nacional, o Brasil aprovou a Lei nº 13.576/17 referente ao RenovaBio no ano de 2017 (AZEVEDO, 2020). O RenovaBio é um mecanismo que auxilia o país a atingir suas metas de redução da emissão de GEE, através da intensificação da produção, da comercialização e do uso de

biocombustíveis no país, podendo gerar mais de 1,4 milhão de novos empregos e reduzir a importação de cerca de 300 bilhões de litros de gasolina e diesel até 2030 (UBRABIO, 2020).

Os biocombustíveis emitem até 80% menos gases na atmosfera do que o querosene de aviação tradicional (IATA, 2018). Estes resultados também podem ser observados nas emissões provenientes de veículos terrestres. Isto se deve ao fato de que apesar do gás carbônico estar presente na cadeia de produção e consumo dos biocombustíveis, o composto é devolvido à atmosfera na mesma quantidade que é absorvido pelas plantas que servem de matéria prima (ZAMPAR, 2019).

Um ponto negativo, principalmente se considerarmos o caso da aviação está relacionado ao custo dessa troca, podendo custar até quatro vezes o valor do combustível tradicional (CASAGRANDE, 2018). Pode-se considerar também questões relacionadas a oferta e demanda, uma vez que a produção muitas vezes não supre a necessidade dos mercados consumidores.

Apesar dos pontos negativos, a utilização de biocombustíveis se apresenta como uma alternativa viável na redução das emissões de gases do efeito estufa, sendo necessário investimentos em políticas públicas de suporte à produção sustentável (GALZONI, 2014). Assim, o investimento em pesquisa, desenvolvimento e regulamentação do uso de biocombustíveis oriundos de fontes renováveis é fundamental na mitigação das mudanças climáticas (Azevedo, 2020).

## **AS MATERIAS-PRIMAS PARA BIOCOMBUSTÍVEIS**

As matérias-primas para biocombustíveis são normalmente agrupadas em três categorias, ou seja,

primeira geração, segunda geração e terceira geração com base na facilidade de uso e na sustentabilidade da matéria-prima (KARGBO; HARRIS; PHAN, 2021)

As matérias-primas de 1ª geração são produtos agrícolas (trigo, cana-de-açúcar, milho, nozes e óleos vegetais) e são utilizadas principalmente para a produção de bioetanol e biodiesel, conhecidos como biocombustíveis de 1ª geração (LEE & LAVOIE, 2013).

Embora os biocombustíveis de 1ª geração tenham indicado uma redução nas emissões de gases de efeito estufa (GEE), eles também têm inúmeras desvantagens: competição com culturas alimentares, altos custos de produção, dependência de fertilizantes não sustentáveis que podem limitar a redução de gases de efeito estufa, promoção do desmatamento para terras agrícolas e conseqüentemente a perda de biodiversidade e competição por água limpa disponível (NAQVI & YAN, 2015).

A maioria dos problemas relacionados aos biocombustíveis de 1ª geração podem ser parcialmente, se não completamente resolvidos, pela produção de biocombustíveis de culturas não alimentares, resíduos / resíduos agrícolas e florestais (classificados como biocombustíveis de 2ª geração) (LEE & LAVOIE, 2013).

O desenvolvimento de biocombustíveis de 2ª geração foi investigado usando resíduos agrícolas (por exemplo, cascas), culturas não alimentares (por exemplo, capim elefante) e resíduos da indústria (por exemplo, serragem), que normalmente são enviados para aterros sanitários ou incinerados uma vez que a porção útil foi extraída (DUPUIS *et al*, 2019).

Prevê-se que os biocombustíveis de 2ª geração terão um impacto significativo nas reduções de custos e no aumento da eficiência da produtividade. Com o rápido avanço da tecnologia ocasiona no



aprimoramento das etapas do processo do biocombustível de 2ª geração, o que pode impactar diretamente na parcial dos preços dos combustíveis fósseis, espera-se, portanto, que seja parte da solução para o desafio de mover o setor de transporte para fontes sustentáveis e ambientalmente corretas (HASSAN *et al.*, 2019; KARGBO; HARRIS; PHAN,2021).

No entanto, a produção de biocombustíveis de 2ª geração apresenta seus próprios desafios devido à complexidade da biomassa e aos problemas associados à sua produção, transporte, colheita e pré-tratamento antes da produção do biocombustível (KARGBO; HARRIS; PHAN,2021).

Os biocombustíveis de 3º geração a partir de algas são um desenvolvimento relativamente novo. As algas têm várias vantagens sobre as fontes de biomassa terrestre, notavelmente um aumento de ordem de magnitude na taxa de crescimento, uso limitado da terra, poucos fertilizantes ou pesticidas necessários, utilização da fonte de resíduos como nutriente e pouca variação (LAM; KHOO; LEE, 2019).

No entanto, o desafio com as algas como matéria-prima é a separação da água da biomassa (> 99% de água) devido a pequenas células de algas (2–10 µm de comprimento e 2–8 µm de largura) (KARGBO; HARRIS; PHAN,2021). Além disso, a recuperação de um biocombustível útil requer a análise da parede celular das algas para liberar glicerídeos, carboidratos e outras matérias-primas valiosas, o que pode ser um desafio devido à abundância de celulose altamente estável na parede celular. Esses desafios também complicam as soluções uns para os outros, já que algas mais frágeis podem ser usadas, mas são mais difíceis de separar, e vice-versa para algas mais resistentes. Os métodos de produção de biocombustíveis de 3ª geração são atualmente predominantemente conceituais, mas

têm grande potencial se os desafios puderem ser superados (KARGBO; HARRIS; PHAN,2021).

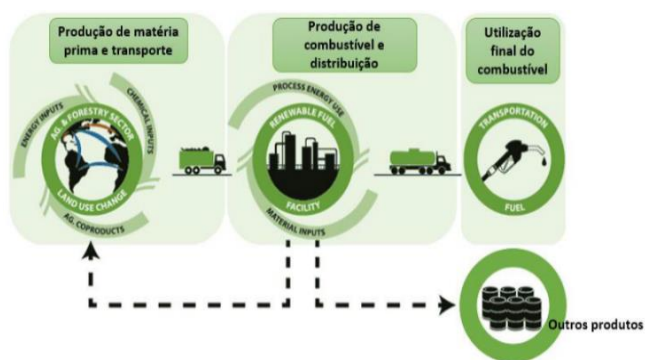
## **ANÁLISE DO CICLO DE VIDA DOS BIOCOMBUSTÍVEIS (ACV)**

A Análise do Ciclo de Vida é uma técnica de avaliação do desempenho ambiental de um determinado produto (QUEIROZ; GARCIA, 2010), que fornece uma análise holística sobre o produto, levando em conta potenciais impactos de todas as fases de vida deste; desde a produção até a gestão do final de vida do mesmo (ROSA et al., 2017)

Logo, pode-se dizer que a ACV é uma ferramenta técnica que pode ser utilizada em uma grande variedade de propósitos. As informações coletadas na ACV e os resultados das suas análises e interpretações podem ser úteis para tomadas de decisão, na seleção de indicadores ambientais relevantes para avaliação do desempenho de projetos ou reprojeto de produtos ou processos (RENO, 2011).

Para exemplificar a metodologia de Análise do Ciclo de Vida (ACV) foi realizada uma pesquisa na análise do biocombustível o etanol a partir da cana-de-açúcar, nessas metodologias são realizados os cálculos das emissões de GEE, onde baseados nesses métodos, a Agência de Proteção Ambiental Norte Americana (*Environmental Protection Agency – EPA, 2015*) podemos dividir o Ciclo de Vida para os biocombustíveis da forma ilustrada na figura 3.

**Figura 3** – Ciclo de vida de biocombustíveis renováveis.



FONTE: EPA (2015).

A partir da figura 3, temos que a primeira etapa se baseia na produção e transporte da matéria-prima, posteriormente pela produção e distribuição, terminando, o uso final do biocombustível. Baseado nessa estruturação temos que o ciclo de vida dos biocombustíveis, usufruíram-se dessas fases para conferir uma coleta de valores padrões utilizados em metodologias, mas que por sua vez adota como modelo de cálculo a ferramenta específica denominada BioGrace (WANG,2016).

## CONCLUSÃO

O uso de combustíveis renováveis se apresenta como uma alternativa ao uso de combustíveis fósseis, reduzindo consideravelmente as emissões de GEE na atmosfera, reduzindo assim os impactos referentes as mudanças climáticas.

Apesar de o setor estar em constante desenvolvimento, ainda demanda estímulos para geração de novas tecnologias que aperfeiçoem o processo e reduzam os custos produtivos, viabilizando assim uma produção em larga escala, que estará colaborando para o aumento da oferta e utilização dos biocombustíveis e consequentemente a redução dos impactos das emissões através dos combustíveis fósseis.

Cabe ressaltar que as medidas mitigadoras que visam desacelerar o aquecimento global precisam ser

amplamente difundidas e implantadas a nível global, devendo os países investirem em fontes renováveis para suprir suas demandas energéticas. Uma forma de se alcançar esta meta seria tanto o investimento em políticas públicas quanto em pesquisas.

Embora os resultados preliminares de redução dos GEE no ano de 2020 sejam positivos, deve-se considerar a peculiaridade do ano em questão, uma vez que o isolamento social não será uma realidade constante, tendendo a um crescimento acelerado após o seu fim, principalmente devido a fatores econômicos que tiveram perdas durante este período e precisam se restabelecer.

Como estudos futuros, sugere-se um acompanhamento da evolução das emissões no período pós crise (COVID-19), pois os impactos poderiam refletir negativamente nas metas estabelecidas no Acordo de Paris, afetando diretamente as populações menos favorecidas.

---

Todos os autores declararam não haver qualquer potencial conflito de interesses referente a este artigo.

## REFERÊNCIAS

- ANP - AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO. **Biocombustíveis**. Disponível em: <http://www.anp.gov.br/biocombustiveis>. Acesso em: 18 out. 2020.
- AZEVEDO, J.P. **Emissão de Gases de Efeito Estufa pela Aviação Civil: Biocombustíveis no Brasil**. 2020. Monografia (Graduação Ciências Aeronáuticas) – Universidade do Sul de Santa Catarina, Palhoça, RS, 2020.
- BAGGIO, M.S. **A influência do acordo de Paris na matriz energética brasileira: objetivos da Política Nacional de Biocombustíveis-RenovaBio**. 2018. Monografia (Graduação em Direito) – Universidade do Sul de Santa Catarina, Palhoça, RS, 2018.
- BRASIL. Ministério da Infraestrutura. 2019. **GUIA DE ORIENTAÇÃO: CORSIA**. Monitoramento,

relatório e verificação das emissões de CO<sub>2</sub> da aviação internacional. Brasília, fev. de 2019. 58 p.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Empresa de Pesquisa Energética. 2015. **Anuário Estatístico de Energia Elétrica 2015**. Rio de Janeiro, set. 2015. 232 p.

CASAGRANDE, V. 2018. **Aviões usam óleo de cozinha e mostarda para poluir menos, mas ainda é caro**. Disponível em: <https://todosabordo.blogosfera.uol.com.br/2018/03/18/biocombustivel-aviacao-desafios-domercado-reducao-de-custo/>. Acesso em: 28 set. 2020.

CERETTA, P. S.; SARI, J.F.; CRUZ CERETTA, F.C. Relação entre Emissões de CO<sub>2</sub>, Crescimento Econômico e Energia Renovável. **Desenvolvimento em Questão**, Santa Catarina, v. 18, n. 50, p. 268-286, 2020.

COSTA, E. R.. **Energias renováveis, desempenho econômico e emissões de CO<sub>2</sub> no mundo: uma análise via dados em painel**. 2019. Monografia (Graduação em Ciências Econômicas) – Instituto de Ciências Econômicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande, RS, 2019.

DUPUIS DP, GRIM RG, NELSON E, TAN EC, RUDDY DA, HERNANDEZ S. High-Octane Gasoline from Biomass: Experimental, Economic, and Environmental Assessment. **Appl Energy**, v. 241, n. 1, p 25–33, mai. 2019.

EPA- UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Renewable Fuel Standard Program (RFS2) Regulatory Impact Analysis Program**. [S.l: s.n.], 2010. Disponível em: <<https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-08/documents/420r10006.pdf>>. Acesso em: 05 dez. 2020.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA EPE (BRASIL). **Balanco energético nacional (BEN) 2017: relatório síntese ano base 2016**. Rio de Janeiro: EPE, 2017. 61p.

FIELD, B.C; FIELD. M.K. Introdução à Economia do Meio Ambiente. 6ª edição: Amgh. 2014.

GAZZONI, D.L. Balanço de emissões de CO<sub>2</sub> por biocombustíveis no Brasil: histórico e perspectivas. **Embrapa Soja-Livro técnico (INFOTECA-E)**, 2014.

GUIMARÃES, A. F.; COLAVITE, A.P.; DA SILVA, E.A. A Rede de Produção de Biocombustíveis da Região Sul do Brasil. **Revista de Geografia**, Recife, v. 36, n. 3, 2019.

HASSAN SS, WILLIAMS GA, JAISWAL AK. Moving towards the second generation of lignocellulosic biorefineries in the EU: Drivers, challenges, and opportunities. **Renew Sustain Energy Ver**, v. 101, p. 590-599, mar. 2019.

IATA. **IATA prevê 8, 2 bilhões de passageiros aéreos em 2037**. 2018. Disponível em: <https://www.iata.org/pressroom/pr/Documents/2018-10-24-02-pt.pdf>. Acesso em: 29 out. 2020.

IEA – INTERNATIONAL ENERGY AGENCY, 2020. Disponível em: <https://www.iea.org/data-and-statistics/?country=WORLD&fuel=CO2%20emission&indicator=CO2BySource>. Acesso em: 20 set. 2020.

IPCC. **Intergovernmental panel on climate change**, 2018. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/> Acesso em: 25 set. 2020.

IPCC. **Intergovernmental panel on climate change**, 2014. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/> Acesso em: 27 set. 2020.

JANSSENS-MAENHOUT, G., CRIPPA, M., GUIZZARDI, D., MUNTEAN, M., SCHAAF, E., DENTENER, F., ... & VAN AARDENNE, JA (2019). EDGAR v4. 3.2 **Atlas Global das três principais emissões de gases de efeito estufa no período 1970–2012**. *Earth System Science Data*, 11 (3), 959-1002.

KARGBO, Hannah; HARRIS,Jonathan Stuart; PHAN, Anh N.“Drop-in” fuel production from biomass: Critical review on techno-economic feasibility and sustainability, **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, V. 135, 2021.

LAM MK, KHOO CG, LEE KT. Scale-up and commercialization of algal cultivation and biofuels production. In: *Biofuels from algae*. Elsevier; 2019. p. 475–506.

LEE RA, LAVOIE J-M. From first-to third-generation biofuels: challenges of producing a commodity from a biomass of increasing complexity. **Animal Frontiers**, v. 3, pg 6–11

LUÍS, José Camôgua. **Impactes das mudanças climáticas projetadas na distribuição de espécies**

**arbóreas no sudoeste de Angola.** 2020. Tese de Doutorado.

MARCONI, M. DE A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica.** 7. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

MARTINE, G.; ALVES, J.E.D. Economia, sociedade e meio ambiente no século 21: tripé ou trilema da sustentabilidade?. **Revista Brasileira de Estudos de População**, v. 32, n. 3, p. 433-460, 2015.

NAQVI M, YAN J. First-generation biofuels. **Handbook of clean energy systems.** 2015. p. 1–18.

OLIVEIRA, M.N.; SOUZA CAMPOS, M.A.; SIQUEIRA, T. D. A. Coronavírus: Globalização E Seus Reflexos No Meio Ambiente. **BIUS-Boletim Informativo Unimotrisaúde em Sociogerontologia**, v. 20, n. 14, p. 1-12, 2020.

PUGLIERO, V., de ALMEIDA, M. B., ZANETTI, M., & ASSAD, E. (2018). Emissões evitadas de GEE na expansão da soja no Brasil de 2010 a 2016. In *Embrapa Informática Agropecuária-Artigo em anais de congresso (ALICE)*. In: MOSTRA DE ESTAGIÁRIOS E BOLSISTAS DA EMBRAPA INFORMÁTICA AGROPECUÁRIA, 14., 2018, Campinas. **Resumos expandidos.** Brasília, DF: Embrapa, 2018.

QUEIROZ, G. D. C.; GARCIA, E. E. C. Reciclagem de sacolas plásticas de polietileno em termos de inventário de ciclo de vida. *Polímeros*, v. 20, n. 5, p. 401–405, 2010. <https://doi.org/10.1590/S0104-14282011005000003>

RODRIGUES, L.; FARINA, E.M.M.Q. 2018. A política nacional de biocombustíveis e os ganhos de eficiência do setor produtivo. FGV ENERGIA. Caderno Opinião. São Paulo, mar. 2018.

ROLLANO, C. R. L.; FONTES, C. H. O.; BARBOSA, A. S. Análise Da Evolução Do Desenvolvimento Sustentável Nas Indústrias Produtoras De Biocombustíveis No Brasil. **Revista Produção Online**, Bahia, v.15, n.2, jun.2015.DOI: <https://doi.org/10.14488/1676-1901.v15i2.1938>. Disponível em: <https://producaoonline.org.br/rpo/article/view/1938/1291>. Acesso em 29 out. 2020.

RENÓ, M. L. G. **Avaliação do Balanço Energético e dos Impactos Ambientais do Processo de Produção de Metanol a partir do Bagaço de Cana-de-açúcar,**

**utilizando a ACV.** 2011. Tese de Doutorado. Tese de doutorado submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica como parte dos requisitos para obtenção do Título de Doutor em Engenharia Mecânica na Universidade Federal de Itajubá-MG, Brasil.

Rosa, I. F.; Makiya, I. K.; Cesar, F. I. G.; Bergamin, L. Impacto da sustentabilidade na análise do ciclo de vida do etanol brasileiro frente mecanismos regulatórios internacionais. **Revista Produção Online**. Bahia, v.17, n. 2, p 711-732. 2017. DOI: 10.14488/1676-1901.v17i2.2730. Disponível em: <https://producaoonline.org.br/rpo/article/view/2730/1549>. Acesso em 29 out. 2020.

SIAMIG, Associação das Indústrias Sucroenergéticas de Minas Gerais. **É hora do RenovaBio.** Disponível em: <http://www.siamig.com.br/artigos/hora-do-renovabio>. Acesso em: 08 out. 2020. TODAMATERIA. Efeito

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

UBRABIO, União Brasileira do Biodiesel e Bioquerosene. **Linha do tempo do RenovaBio.** Disponível em: Acesso em: 08 de out. 2020.

UNICA. **60 países já adotaram mistura obrigatória de biocombustíveis aos combustíveis fósseis.** p. 2–3, 2014. Disponível em: <http://www.unica.com.br/noticia/27251092920325965467/60-paises-ja-adoptam-mistura-obrigatoria-de-biocombustiveis-aos-combustiveis-fosseis/>. Acesso em: 05 dez. 2020.

VIANNA, João Nildo S. et al. O papel das oleaginosas em um cenário de mudanças climáticas no semiárido brasileiro. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 5, p. 1426-1445, 2012.

ZAMPAR, Maria Vitória Dias. Biocombustíveis no futuro da aviação. **Ciências Aeronáuticas-Unisul Virtual**, 2019.

WBA. WORLD BIOENERGY ASSOCIATION. **Biofuels for Transport.** 2013. Disponível em: [http://www.worldbioenergy.org/sites/default/files/Biofuels\\_for\\_Transport\\_short\\_version\\_0.pdf](http://www.worldbioenergy.org/sites/default/files/Biofuels_for_Transport_short_version_0.pdf). Acesso em: 05 dez. 2020.

WANG, M. *et al.* **Well-to-wheels energy use and greenhouse gas emissions of ethanol from corn, sugarcane and cellulosic biomass for US use.** *Environmental research letters*, v. 7, n. 4, p. 045905, 2012. Disponível em: <<http://stacks.iop.org/1748-9326/7/i=4/a=045905?key=crossref.bc2d92022ddca565108ad62fb6e4201d>>. Acesso em: 15 mar. 2016.