

DEMANDA ENERGÉTICA DO SETOR DE TRANSPORTE: EXPECTATIVAS COM BASE NO PANORAMA DOS ÚLTIMOS DEZ ANOS (2012-2022)

I. S. Soares¹, M. S. S. Barreto², M. R. Ferreira³, T. Benvenuti⁴

¹ Graduando em Engenharia Química pela Universidade Estadual de Santa Cruz – UESC, Ilhéus, Brasil
(issoares.egq@uesc.br)

² Graduanda em Engenharia Química pela Universidade Estadual de Santa Cruz – UESC, Ilhéus, Brasil
(mssbarreto.egq@uesc.br)

³ Graduando em Engenharia Química pela Universidade Estadual de Santa Cruz – UESC, Ilhéus, Brasil
(mrferreira.egq@uesc.br)

⁴ Programa de Pós-Graduação em Ciência, Inovação e Modelagem em Materiais - PROCIMM-DEC
Universidade Estadual de Santa Cruz – UESC, Ilhéus, Brasil
(tbenvenuti@uesc.br)

Resumo: O artigo explora as tendências de consumo energético no setor de transporte entre 2012 e 2022. Os autores discutem o panorama dos combustíveis alternativos e evidenciam o cenário produtivo desses produtos. No Brasil, o desenvolvimento de biocombustíveis comprova o potencial produtivo do país no uso de recursos naturais. Apesar disso, o petróleo ainda é responsável por suprir boa parte da demanda energética nacional e mundial, sendo necessário buscar progressivamente por soluções sustentáveis.

Palavras-chave: Demanda energética; Energias renováveis; Transporte; Combustíveis alternativos; Sustentabilidade.

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, intensificou-se a demanda energética no setor de transportes, tendo em vista o significativo crescimento de operações mundialmente. A matriz energética mundial é baseada em uma grande parcela de combustíveis fósseis provenientes da indústria petroquímica, como o petróleo e o gás natural, produzindo impactos expressivos no meio ambiente e na saúde da sociedade, tendo em vista a significativa geração de resíduos durante as operações de refino e decorrentes da queima dos combustíveis nos motores.

No Brasil, a utilização de combustíveis alternativos, especialmente o biodiesel, tem se destacado, oferecendo menor impacto ambiental, além de bom rendimento. Diante dessa demanda, a Engenharia Química também desenvolve um papel elementar na construção de recursos sustentáveis, projetando sistemas de produção e equipamentos com maior eficiência, de modo que os efeitos ambientais oriundos das operações sejam reduzidos. Ademais, a eletricidade tem sido uma alternativa crescente,

aliada ao desenvolvimento de novos carros elétricos em circulação.

Nessa perspectiva, esse artigo tem como objetivo abordar a demanda energética do setor de transporte nos últimos dez anos (2012-2022), com foco em responder à seguinte questão de pesquisa: “Quais as expectativas em relação aos combustíveis alternativos?”

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi desenvolvido a partir de uma revisão na literatura, que buscou dados internacionais e nacionais sobre a demanda energética do setor de transporte nos últimos dez anos, com foco no crescimento e nas expectativas da área em relação ao uso de fontes renováveis. Para isso, utilizou-se os bancos de dados disponíveis nas bases ScienceDirect e Google Acadêmico, e também sites de notícias e de órgãos referentes à área de estudo, tais como: Associação Brasileira de Biogás (ABiogás), Agência Internacional de Energia (IEA), Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), Balanço Energético Nacional (BEN), Empresa de

pesquisa energética (EPE), Ministério de Minas e Energia (MME) e International Renewable Energy Agency (IRENA).

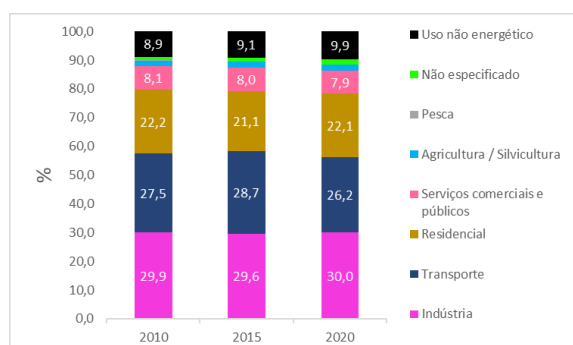
O período de pesquisa aconteceu de 25 de março de 2023 até 4 de abril do mesmo ano. As palavras/frases utilizadas na busca exploratória foram: “demanda energética do setor de transporte”, “panorama dos combustíveis nos últimos anos”, “energias renováveis”, “biocombustível”, “biodiesel”, “hidrogênio verde” e “bioquerosene”. Ademais, os critérios de inclusão dos materiais de busca para a revisão foram de referências publicadas a partir de 2013, com garantia de originalidade. Ou seja, publicações de revistas científicas, trabalhos acadêmicos e informações e documentos dispostos em sites oficiais do governo e de organizações da área de pesquisa.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Matriz energética mundial e do Brasil

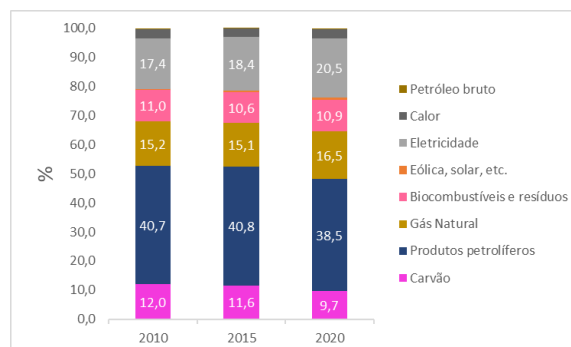
A matriz energética mundial é composta essencialmente por fontes não renováveis, como carvão, petróleo/derivados de petróleo e gás natural. Atualmente, as fontes renováveis, tais como hidráulica, biomassa, solar, eólica e geotérmica, juntas somam aproximadamente 15% da demanda mundial (EPE, 2023). Além disso, os setores que demandam mais energia são os da indústria e do transporte. Os gráficos 1 e 2 mostram as variações do consumo mundial de energia por setor e por fonte de 2010 a 2020, respectivamente.

Gráfico 1 – Consumo de energia por setor, Mundo 2010-2020



Fonte: Elaboração própria a partir de dados do IEA (2023).

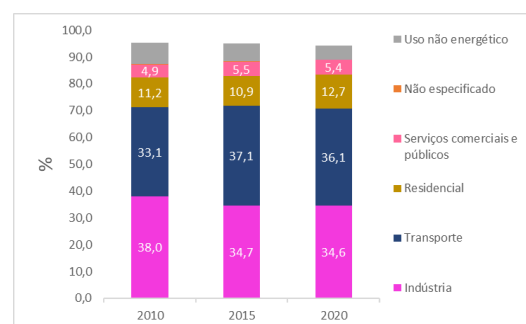
Gráfico 2 – Consumo de energia por fonte, Mundo 2010-2020



Fonte: Elaboração própria a partir de dados do IEA (2023).

Por sua vez, a matriz energética brasileira é predominantemente de origem renovável, com destaque para a fonte hídrica, que responde a 53,4% da oferta interna (BEN, 2022). Em 2021, o Brasil alcançou uma proporção de 48% no consumo de fontes renováveis, o que é mais de três vezes superior ao índice mundial (BRASIL, 2021). Ademais, assim como no contexto mundial, o Brasil gasta mais energia nos setores da indústria e do transporte. Os gráficos 3 e 4 mostram as variações do consumo nacional de energia por setor e por fonte de 2010 a 2020, respectivamente.

Gráfico 3 – Consumo de energia por setor, Brasil 2010-2020

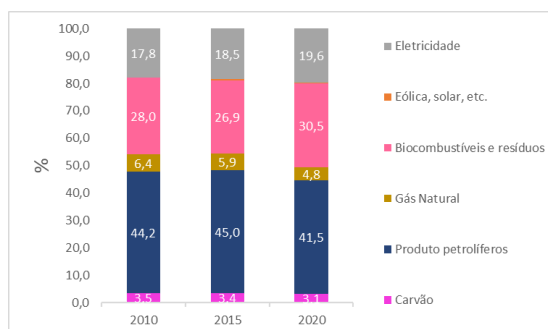


Fonte: Elaboração própria a partir de dados do IEA (2023).

As energias renováveis estão no centro da transição para um sistema mais sustentável, ou seja, menos intensivo nas emissões de carbono. O apoio político entre os países, que é manifestado principalmente nas convenções mundiais como as COPs (Conferência das Partes), representa o principal impulso para o desenvolvimento de energias alternativas e diminuição do uso de energias não renováveis, em

especial, o carvão e os combustíveis fósseis (IEA, 2022; CLIMAINFO, 2022).

Gráfico 4 – Consumo de energia por fonte, Brasil
2010-2020



Fonte: Elaboração própria a partir de dados do IEA (2023).

Por exemplo, na COP-21, em Paris, algumas metas foram definidas para impedir mudanças climáticas catastróficas, como reduzir a emissão de gases causadores do efeito estufa e ampliar a produção de energia renovável (BBC NEWS BRASIL, 2021). Já durante a COP-26, na Escócia, o governo brasileiro, em particular, assumiu a meta de reduzir 50% das emissões dos gases associados ao efeito estufa até 2030 e de neutralizar as emissões de carbono até 2050 (CNN BRASIL, 2021). Nessa perspectiva, o papel dos setores de transporte é considerado um dos mais críticos para a transição energética (IEA, 2022). De acordo com a IEA (2022), espera-se que o mundo adicione a mesma quantidade de energia renovável nos próximos 5 anos quanto nos últimos 20 anos. A previsão é de que as energias renováveis cresçam por volta de 2.400 GW, o que seria a capacidade de energia instalada da China hoje. Isso consta como a maior revisão para cima, a qual implica numa aceleração de 85% em comparação aos cinco anos anteriores e quase 30% maior do que o previsto no relatório do ano de 2021. Nesse caso, é válido ressaltar que essa conjuntura está diretamente vinculada às implementações políticas existentes e reformas regulatórias e de mercado da China, União Europeia, Estados Unidos e Índia, nações sujeitas frequentemente às crises energéticas.

Diante do exposto, é válido mencionar sobre o papel crucial que a Engenharia Química desempenha no que refere-se ao progresso de novas energias alternativas. Nos últimos anos, é notório o

crescimento de pesquisas que envolvem a produção de combustíveis mais sustentáveis e com elevados índices de performance. Além disso, tendo em vista que o profissional de engenharia química atua diretamente na gestão dos processos químicos de fabricação, a potencialização de tais profissionais frente à promoção de novas energias também se configura como uma ferramenta de democratização do acesso de mecanismos energéticos para a população. Assim, a engenharia química se consagra como um pilar central nos avanços que envolvem tecnologia e sustentabilidade.

As próximas seções têm por objetivo apresentar o panorama recente das fontes renováveis de energia mais usadas no setor de transporte, bem como aquelas com alto potencial de crescimento.

Combustíveis alternativos

Biocombustível

Segundo a ANP (2022), biocombustível consiste em uma substância derivada de biomassa renovável que pode ser empregada diretamente ou mediante alterações em motores à combustão interna ou para outro tipo de geração de energia, sendo capaz de substituir parcial ou totalmente combustíveis de origem fóssil. Os principais biocombustíveis, que são os mais estudados e empregados, são o etanol, o biodiesel e o biogás. No entanto, o mercado já tem diversos outros combustíveis renováveis com grande potencial de crescimento, a exemplo do biometanol, biocombustíveis sintéticos e biohidrogênio.

O Brasil foi pioneiro na utilização do etanol como combustível automotivo. Desde a década de 1970, o governo brasileiro tem criado e implementado programas com objetivo de regularizar e incentivar o uso de biocombustíveis no país. Os três programas de destaque são: Programa Nacional do Alcool (ProAlcool - 1975); Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB - 2005); Política Nacional de Biocombustíveis (RenovaBio - 2017) (YOSHINAGA, 2020; DUARTE et al., 2022).

No contexto nacional, a taxa média anual de crescimento da produção de etanol para o período 2012-2021 foi de 2,4%. No entanto, em 2021, a produção total desse biocombustível foi de 30 milhões de m³, registrando queda de 8,3%. A produção de etanol anidro aumentou 11,6%, enquanto a produção de etanol hidratado diminuiu

17,4%. Fazendo uma análise por região, o Sudeste, que detém 50,5% da produção brasileira (15,1 milhões de m³) apresentou queda de 15,7% em relação a 2020. Por sua vez, as regiões Nordeste e Sul também seguiram a tendência do decaimento, com reduções de 4% e 5,6%, totalizando 1,8 milhão m³ e 1,2 milhão de m³, respectivamente. Em contrapartida, as regiões Centro-Oeste e Norte registraram, na mesma ordem, aumento de 2,1% e 9,6% (ANP, 2022).

No cenário mais recente, nos anos de 2020 e 2021, a pandemia de Covid-19 impactou negativamente o desenvolvimento dos biocombustíveis no mercado. Porém, a partir do 2º trimestre de 2021, com a vacinação da população em geral, as demandas do setor de transporte voltaram a se aquecer e os governos têm indicado os combustíveis renováveis como vetores essenciais para a recuperação econômica (EPE, 2022).

Dentre os novos biocombustíveis, tem-se:

HVO (Hydrotreated Vegetable Oil, ou óleo vegetal hidrotratado): O HVO é o terceiro maior biocombustível produzido no mundo, com crescimento de 2020 a 2021 de 27%, de 7,5 bilhões para 9,5 bilhões de litros. Ele é obtido da hidrogenação de óleos (ex.: residual, de soja, de palma e gordura animal), resultando em uma mistura de hidrocarbonetos livre de enxofre e compostos aromáticos e com número de cetano elevado. A partir dele é possível, ainda, produzir o combustível sustentável para aviação, bionafta e biopropano. Sua produção, antes concentrada na Finlândia, Holanda e Singapura, tem aumentado recentemente nos Estados Unidos em função de um mercado interno forte incentivado pelas disponibilidades de crédito fiscal e de investimento (EPE, 2022).

Bioquerosene de aviação (BioQAV): Os querosenes de aviação alternativos são denominados de querosenes paraafínicos sintetizados (*SPK*, em inglês). Eles são a partir de processos de: hidrotratamento de óleos vegetais, fermentação de açúcares, *Fisher-Tropsch* de carvão ou biomassa, e oligomerização de álcoois (ANP, 2020). No Brasil, foi sancionada a lei que estabelece o Programa Nacional do Bioquerosene (Lei Nº 14.248, de 25 de novembro de 2021). Esse projeto, que visa o incentivo da produção de energia à base de biomassas, é uma das estratégias para atingir a meta

de neutralidade climática, lançada pelo país na COP-26 (BRASIL, 2022).

No Brasil, é esperado um aumento progressivo da demanda por biocombustíveis, devido à implementação da RenovaBio, que entrou em vigor no início de 2020, buscando contribuir na regulação do abastecimento, bem como estimular a competitividade dos diferentes biocombustíveis no mercado nacional de combustíveis (YOSHINAGA, 2020).

De acordo com o Plano Nacional de Energia 2050 (PNE 2050), nos próximos anos, o desenvolvimento da biotecnologia terá papel fundamental no ganho de eficiência na produção mundial de biocombustíveis. Isso porque existe uma boa previsão em relação ao desenvolvimento de variedades transgênicas e enzimas, assim como à adaptação das etapas de processo para oferta de novos produtos. Algumas das perspectivas tecnológicas ligadas à biomassa e que podem contribuir para o setor de transportes são (BRASIL, 2020):

2020 – 2030:

- Maior aproveitamento dos resíduos sólidos urbanos (RSU);
- Desenvolvimento das tecnologias de separação do biometano.

2030 – 2040:

- Maior aproveitamento dos resíduos agrícolas;

2040 – 2050:

- Logística de recuperação de resíduos;
- Produção de enzimas para geração de E2G (O etanol de 2ª geração obtido a partir de material celulósico).

Biodiesel

O biodiesel é um combustível biodegradável que se renova constantemente na natureza, produzido a partir de gorduras animais e gorduras extraídas das plantas, se dando principalmente das sementes, a exemplo da mamona, dendê, girassol, soja e dentre outras. O óleo diesel, oriundo do refino do petróleo utilizado por veículos, bem como no uso em máquinas para variadas atividades, pode ser trocado totalmente ou parcialmente pelo biodiesel, combinado em diferentes proporções, podendo ser usado em caminhões, ônibus e automóveis. (CNA Brasil, 2018)

Dados publicados pela Renewable Energy Policy Network for the 21st Century (REN21), mostram que a produção mundial de biodiesel teve um aumento de, aproximadamente, 139% nos últimos dez anos. De 2010 - 2021, a produção saiu de 300 mil barris de petróleo equivalente/dia (BEP/dia) para 716 mil de BEP/dia.

O Brasil foi o terceiro maior mercado de biodiesel em 2021, com aproximadamente 6,23 milhões de m³ de biodiesel puro, seguindo os Estados Unidos com 6,51 milhões de m³ de biodiesel fabricados, de acordo com a Administração de Informação de Energia (EIA) e a indonésia com 8,98 milhões de m³, liderando o ranking mundial de produção de biodiesel (BiodieselBR, 2022).

A mistura de biodiesel no diesel, tal como a gasolina com o etanol, foi instaurada com o propósito de mitigar os impactos causados pelas emissões de poluentes danosos ao meio ambiente. Com isso, no Brasil, o Conselho Nacional de Política Energética (CNPE) aprovou resolução que estabelece o aumento da mistura obrigatória de biodiesel ao diesel fóssil para 15% (B15), aumento que deve acontecer de maneira progressiva até 2026 (BiodieselBR, 2022).

Em vista do crescimento mundial da produção de biodiesel e o aumento da mistura para 15%, com vigência a partir de abril de 2023, estudos apontam que o consumo de biodiesel alcançará 12,1 bilhões de litros em 2032 (UDOP, 2023). Além disso, o óleo de soja deve continuar sendo a principal matéria-prima do biodiesel, segundo o Plano Decenal de Expansão de Energia (PDE). Os óleos vegetais de palma, milho e macaúba tendem a se tornarem potenciais insumos, por conta dos preços disputados no mercado internacional (BiodieselBR, 2022).

Biogás

O biogás é uma combinação entre gás carbônico com metano aplicado na geração de eletricidade, abastecimento de veículos automotores, produção de calor em indústrias e fornecimento doméstico e comercial em substituição ao GLP (gás liquefeito de petróleo). É obtido a partir do processamento, por meio de equipamentos que garantem a fermentação anaeróbica de biomassa, de quaisquer resíduos orgânicos, principalmente a cana-de-açúcar. Dessa composição, gera-se o biometano, que possui potencial para substituir derivados de fontes fósseis.

Esse tipo de processo também surge como uma possível solução para o agronegócio que produz resíduos sem destinação apropriada exacerbadamente. Outrossim, esse processo, além do biogás, gera adubo orgânico, que pode ser utilizado para alavancar a produção agrícola (NOVACANA, 2022).

De acordo com o presidente da Abiogás, Alessandro Gardemann, a extração de biogás experimentou um crescimento de dez vezes nos últimos dez anos (PORTAL, 2022). Atualmente, o Brasil ocupa a 9ª posição entre os países com maior geração elétrica por biogás, liderando a Alemanha, seguido dos Estados Unidos. Cabe ressaltar que, em 2012, o país processou 600 milhões de toneladas de cana-de-açúcar, após uma década, o país estima 596 milhões de toneladas para 2022/23 (CONAB, 2022).

A Abiogás estima que, até 2030, o volume de biogás produzido no Brasil poderá atingir 30 milhões de metros cúbicos por dia, a quantidade produzida em 2021 foi de 2,3 milhões. A entidade ainda traz a expectativa de crescimento exponencial dos investimentos industriais nos próximos 8 anos, atingindo 60 bilhões (G1, 2022).

Outras Fontes Alternativas

Energia Elétrica

A utilização da energia elétrica para garantir a mobilidade dos automóveis é inovadora, possibilitando que os indivíduos trafeguem sem utilizar combustíveis, somente eletricidade. Chamamos esse processo de eletrificação dos transportes. Muitos automóveis já usam essa propulsão mais eficaz, como bicicletas, carros e ônibus. Veículos automotores ou veículos elétricos são compreendidos por utilizarem ao menos um motor elétrico para acionamento das rodas. Essa fonte se define, como já citado, pela eficiência energética elevada e baixa ou nenhuma emissão de poluentes e sons.

Segundo o relatório da Agência Internacional de Energia (IEA, na sigla em inglês), a venda mundial de carros elétricos em 2021 totalizou um recorde de 6,6 milhões. Para efeito de comparação, em 2012 foram vendidos mais de 130 mil carros elétricos no mercado global (Electric Vehicle World Sales Database), um crescimento exponencial e notório, indicando um futuro promissor para a categoria.

Mesmo sendo uma novidade no Brasil, a utilização de energia elétrica por veículos deve crescer significativamente nos próximos anos, em todo o mundo, tendo em vista o panorama dos últimos anos e o impulsionamento de regulamentações cada vez mais rígidas em relação às emissões de gases de efeito estufa. Ainda, a tecnologia de baterias está em constante melhoramento, o que significa um maior alcance e custos menores no futuro.

Hidrogênio

O hidrogênio é um composto leve, capaz de armazenar grande quantidade de energia. Por conta disso, é muito aproveitado na propulsão de foguetes e cápsulas espaciais, que necessitam de combustíveis de baixo peso, condensados e com alta possibilidade de armazenamento de energia. Por enquanto, não há notícias sólidas sobre seu uso em veículos comuns. Isso, em decorrência da grande quantidade de energia necessária para gerá-lo, encarecendo a produção, além de ser um composto altamente inflamável, necessitando de cuidados especiais no seu armazenamento e transporte (Transitoideal, 2022).

Em contrapartida, várias marcas passaram a apostar nesta tecnologia como alternativa aos elétricos. Algumas empresas como a Renault, prevêem a circulação de carros movidos a hidrogênio em 2023. As projeções mostram que, até o ano de 2050, o hidrogênio terá uma participação bastante significativa na transição para energias renováveis (Review Energy, 2021).

CONCLUSÃO

A partir das informações alcançadas, constatou-se que a demanda energética no setor de transportes apresentou um crescimento exponencial nos últimos anos, impulsionando também os impactos causados ao meio ambiente. Nesse cenário, urge a necessidade de potencializar o desenvolvimento de soluções mais sustentáveis, aliado às ferramentas proporcionadas pela Engenharia Química, como a produção de biodiesel e biogás, visando minimizar os impactos causados à natureza. Outrossim, a eletrificação dos veículos também se configura como uma nova solução, tendo em vista a expressividade do desenvolvimento de novos carros elétricos. Apesar das soluções com grande potencial, é importante salientar que ainda existem desafios a serem

supridos, como a projeção de produção em maiores proporções, a manutenção dos parâmetros de qualidade e de segurança e a democratização da informação para a sociedade. Nesse sentido, é necessário o investimento contínuo em alternativas sustentáveis e tecnológicas, garantindo qualidade de vida para a sociedade e proteção aos recursos naturais.

REFERÊNCIAS

ANP – Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. **Anuário estatístico brasileiro do petróleo, gás natural e biocombustíveis: 2022**. Rio de Janeiro: Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, 2022.

ANP – Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. **Biocombustíveis de aviação**. 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/anp/pt-br/assuntos/qualidade-de-produto/os/biocombustiveis-de-aviacao>. Acesso em: 03 abr. 2023.

BBC NEWS BRASIL. **COP26: Quais as grandes metas da ONU para limitar as mudanças climáticas?**. 2021. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/internacional-58123329>. Acesso em: 03 abr. 2023.

BiodieselBR. **Demanda de biodiesel pode atingir 9,5 bi de litros com B15 em 2023, diz EPE**. 2023. Disponível em: <https://www.biodieselbr.com/noticias/regulacao/politica/demanda-de-biodiesel-pode-atingir-9-5-bi-de-litros-com-b15-em-2023-diz-epe-270123>. Acesso em: 03 abr. 2023.

BiodieselBR. **Brasil produziu 6,76 bi de litros de biodiesel em 2021**. 2022. Disponível em: <https://www.biodieselbr.com/noticias/usinas/producao/brasil-produziu-6-76-bi-de-litros-de-biodiesel-em-2021-010222>. Acesso em: 03 abr. 2023.

BRASIL – Ministério de Minas e Energia. **Plano Nacional de Energia 2050**. Brasília: MME/EPE, 2020.

BRASIL – Ministério de Minas e Energia. **Sancionada lei que estabelece o Programa Nacional do Bioquerosene**. 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/noticias/sancionada-lei-que-estabelece-o-programa-nacional-do-bioquerosene>. Acesso em 02 abr. 2023.

BRASIL – Ministério de Minas e Energia. **BEN – Balanço Energético Nacional. Ano base 2021**. Rio de Janeiro: Empresa de Pesquisa Energética – EPE, 2022.

BRASIL – Serviços e Informações do Brasil. **Energia renovável chega a quase 50% da matriz energética brasileira**. 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/pt-br/noticias/energia-minerais-e-combustiveis/2021/08/energia-renovavel-chega-a-quase-50-da-matriz-eletrica-brasileira-1>. Acesso em 02 abr. 2023.

BURRETT, R. et al. **Renewable energy policy network for the 21st century**. REN21 Renewables Global Status Report, 2021.

CLIMAINFO. **A COP27 prepara o terreno para acelerar as energias renováveis e o desenvolvimento sustentável**. 2022. Disponível em: <https://climainfo.org.br/2022/11/04/cop27-desenvolvimento-o-sustentavel/>. Acesso em: 03 abr. 2023.

CNA Brasil. **Agronotícias MT: Produção de biodiesel atinge maior patamar nos últimos dez anos**. 2018. Disponível em: <https://cnabrasil.org.br/noticias/producao-de-biodiesel-atinge-maior-patamar-nos-ultimos-dez-anos>. Acesso em: 03 abr. 2023.

CNN Brasil. **Entenda os compromissos assumidos pelo Brasil na COP26**. 2021. Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/internacional/entenda-os-compromissos-assumidos-pelo-brasil-na-cop26/>. Acesso em: 03 abr. 2023.

DUARTE, V. H. et al. **Biocombustíveis: uma revisão sobre o panorama histórico, produção e aplicações do biogás**. Universidade Estadual de Alagoas/UNEA: Revista Ambiental, Vol. 14 (2), 2022.

Electric Vehicle World Sales Database. **Roland Irle. "Global EV Sales for 2022"**. 2022. Disponível em: <https://www.ev-volumes.com/country/total-world-plug-in-vehicle-volumes/>. Acesso em: 03 abr. 2023.

EPE – Empresa de Pesquisa Energética. **Matriz Energética e Elétrica**. 2020. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/abcedenergia/matriz-energetica-e-eletrica#ENERGETICA>. Acesso em 02 abr. 2023.

EPE – Empresa de Pesquisa Energética. **Análise de Conjuntura dos Biocombustíveis – Ano 2021**. Brasília: Ministério das Minas e Energia, 2022.

G1. **Brasil deve aumentar produção de biogás em 15 vezes até 2030, projeta associação**. 2022. Disponível em: <https://g1.globo.com/sp/ribeirao-preto-franca/estacao-agro/noticia/2022/08/22/brasil-deve-aumentar-producao-de-biogas-em-15-vezes-ate-2030-projeta-associacao.ghtml>. Acesso em: 03 abr. 2023.

GNPW - Equipe GNPW Group. **Mobilidade Elétrica: O Futuro dos Transportes**. 2022. Disponível em: <https://www.gnpw.com.br/mobilidade-eletrica/mobilidade-eletrica-o-futuro-dos-transportes/>. Acesso em: 03 abr. 2023.

IEA – International Energy Agency, 2022. **Energias renováveis**. Disponível em: <https://www.iea.org/fuels-and-technologies/renewables>. Acesso em: 03 abr. 2023.

IEA – International Energy Agency. **Navegador de dados de estatísticas de energia**. 2023. Disponível em: <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-tools/energy-st>

statistics-data-browser?country=WORLD&fuel=Energy%20supply&indicator=ElecGenByFuel. Acesso em: 02 abr. 2023.

IRENA - International Renewable Energy Agency. **Renewable capacity statistics 2021**. ISBN: 978-92-9260-342-7. Abu Dhabi, 2021.

LACTEC. **Por que o hidrogênio é considerado o combustível do futuro**. 2022. Disponível em: <https://lactec.com.br/combustivel-hidrogenio-do-futuro/>. Acesso em: 03 abr. 2023. Sem autor.

NEOCHARGE, **Diferença entre carro elétrico e carro a combustão interna**. 2021. Disponível em: <https://www.neocharge.com.br/tudo-sobre/carro-eletrico/diferenca-carro-eletrico-e-combustao>. Acesso em: 03 abr. 2023.

NOVACANA. **Brasil deve aumentar produção de biogás em 15 vezes até 2030, projeta associação**. 2022. Disponível em: <https://www.novacana.com/noticias/brasil-aumentar-producao-biogas-15-vezes-2030-projeta-associacao-230822>. Acesso em: 03 abr. 2023.

Portal do agronegócio. **Brasil deve aumentar produção de biogás em 15 vezes até 2030, projeta associação**. 2022. Disponível em: <https://www.portaldoagronegocio.com.br/energias-renovaveis/outros/noticias/brasil-deve-aumentar-producao-de-biogas-em-15-vezes-ate-2030-projeta-associacao>. Acesso em: 03 abr. 2023.

PROMOBE. **O que é Mobilidade Elétrica? Informações e atualidades**. 2022. Disponível em: <https://www.promobe.com.br/#:~:text=De%20forma%20direta%20%C3%A9%20eletrifica%C3%A7%C3%A3o,%2C%20scooters%2C%20bicicletas%20e%20carros>. Acesso em: 03 abr. 2023.

Review Energy. **As projeções indicam que, até o ano de 2050, o hidrogênio verde terá uma participação bastante importante na transição para energias renováveis**. 2021. Disponível em: <https://www.review-energy.com/brasil/-as-proje-es-indicam-que-ate-o-ano-de-2050-o-hidrogenio-verde-tera-uma-participacao-bastante-importante-na-transicao-para-energias-renovaveis>. Acesso em: 03 abr. 2023.

Transitoideal. **Fontes de energia para o transporte: você conhece todas elas?**. 2022. Disponível em: <http://www.transitoideal.com.br/pt/artigo/1/conductor/81/fontes-de-energia-para-o-transporte-voce-conhece-todas-elas>. Acesso em: 03 abr. 2023. Agência Brasil.

UDOP. **Demanda de biodiesel pode atingir 9,5 bi de litros com B15 em 2023, diz EPE**. 2023. Disponível em: <https://www.udop.com.br/noticia/2023/01/27/demanda-de-biodiesel-pode-atingir-9-5-bi-de-litros-com-b15-em-2023-diz-epe.html#:~:text=As%20proje%C3%A7%C3%B5es%20de%20aumento%20da,6%2C7%25%20ao%20ano>. Acesso em: 03 abr. 2023.

YOSHINAGA, F et al. **Bioquerosene para aviação: cenário atual e perspectivas futuras.** Bioenergia em Revista: Diálogos, Vol. 10, n. 1, pp. 73-91, 2020.

CONAB. **Cana-de-açúcar deve ter aumento de produção na safra 2022/2023.** 2022. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/4601-cana-de-acucar-deve-ter-aumento-de-producao-na-safra-2022-2023>>. Acesso em: 03 abr. 2023.