

BIOENERGIA E O XADREZ DA TRANSIÇÃO ENERGÉTICA

LUCIANO RODRIGUES¹, SABRINA MATOS², FERNANDA VALENTE³

Enfrentar a emergência climática requer soluções múltiplas nos setores econômicos. A bioenergia é apontada como um importante recurso, especialmente no Brasil, onde já representa uma parcela significativa da matriz energética e contribui para a redução de emissões de gases do efeito estufa (GEE). O País tem potencial para expandir a produção de biocombustíveis e deve promover políticas públicas que incentivem a utilização dessas alternativas. No entanto, a transição energética exigirá a cooperação de diferentes setores para equilibrar interesses diversos, visando oferecer o máximo bem-estar à sociedade.

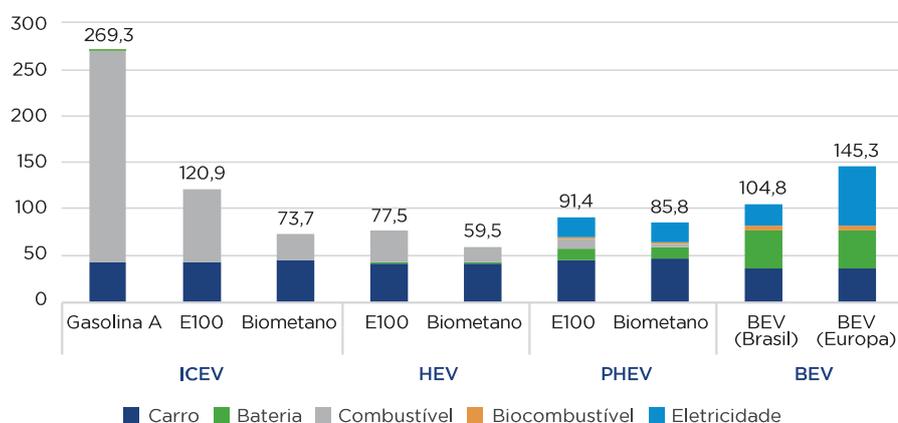
O ENFRENTAMENTO da emergência climática exigirá soluções múltiplas e complementares nos diferentes setores da economia global. Na esfera energética, projeções da Agência Internacional de Energia (IEA, na sigla em inglês) e da Agência Internacional de Energia Renovável (IRENA, também em inglês) indicam que a produção mundial de bioenergia, a depender das premissas adotadas, deverá crescer entre 60% e 300% até 2050, em um cenário de *net-zero carbon emissions* (zero emissões líquidas de carbono, em tradução livre).

No Brasil, a bioenergia é a segunda principal fonte da matriz energética. Os produtos de cana-de-açúcar representam entre 15% e 20% de toda a energia ofertada no País. No setor de transporte pesado, o biodiesel é responsável por mais de 10% do consumo. No caso dos veículos leves, o etanol substitui quase 50% da demanda energética para deslocamento. Destaca-se, ainda, a bioeletricidade fabricada a partir do bagaço e da palha de cana-de-açúcar, cuja produção excedente (não utilizada pelas usinas) é suficiente para atender mais de 10 milhões de residências por ano.

“No Brasil, a bioenergia é a segunda principal fonte da matriz energética. Os produtos de cana-de-açúcar representam entre 15% e 20% de toda a energia ofertada no País.”

GRÁFICO 1 – COMPARAÇÃO DAS EMISSÕES MÉDIAS DE GEE NA AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA “BERÇO AO TÚMULO” (G CO₂ EQ./KM)

Veículos elétricos híbridos (HEVs, na sigla em inglês) que utilizam biocombustíveis são os mais eficientes em termos de emissões de GEE.



ICEV: veículo com motor de combustão interna; PHEV: veículo elétrico híbrido *plug-in*; BEV: veículo elétrico a bateria; a análise do ciclo de vida “berço ao túmulo” incorpora as emissões envolvidas na produção e no descarte dos veículos e de seus componentes, além daquelas associadas à produção e ao uso de combustível ou energia
Fonte: adaptação de Gauto *et al.* (2023)

Esses números foram obtidos sem comprometer a produção de alimentos e com compromisso de desmatamento zero desde 2018, conforme uma regra estabelecida pela Política Nacional de Biocombustíveis (RenovaBio). Esta foi além da legislação ambiental vigente, proibindo, inclusive, desmatamento legal para as propriedades incluídas no sistema de emissão de créditos de descarbonização estabelecido.

A condição nacional é, de fato, diferenciada. Com potencial ainda considerável de produção de combustíveis fósseis e várias opções na área de renováveis (bioenergia, hidroeleticidade, energia fotovoltaica, energia eólica e energia solar, por exemplo), o País depara-se com o desafio importante de estabelecer diretrizes e políticas públicas que permitam explorar todo esse potencial de maneira eficiente. Não se trata apenas de oferecer mais energia com menor emissão de GEE. Além das emissões, será necessária uma visão sistêmica que atraia investimentos, amplie a geração de renda e empregos, ofereça opções acessíveis ao consumidor e garanta a segurança energética.

No transporte leve, a dicotomia entre eletrificação e combustão interna mundialmente estabelecida ganha contornos adicionais no mercado brasileiro. Isso porque estudos publicados em prestigiadas revistas científicas atestam que a presença do biocombustível garante emissões reduzidas aos veículos eletrificados ou mesmo àqueles que utilizam exclusivamente motores a combustão. Em um desses estudos, utilizando parâmetros do mercado brasileiro, os pesquisadores evidenciaram a vantagem dos veículos híbridos com biocombustíveis em termos de emissões de GEE no ciclo de vida (*vide* Gráfico 1).

A propósito, desde 2003, a disponibilidade de biocombustíveis e a possibilidade de escolha introduzida pelos veículos *flex-fuel* garantiram uma redução de emissões de GEE de 650 milhões de toneladas de CO₂ eq. e uma economia superior a R\$ 80 bilhões aos consumidores brasileiros, que podem escolher o combustível a cada abastecimento.

Para os próximos anos, as soluções tecnológicas com biocombustíveis de forma complementar à eletrificação serão fundamentais para garantir respostas adaptadas à heterogeneidade econômica e social de um país continental. Além disso, é temerária a escolha de uma única opção de motorização diante do contexto de transformação energética e inovação tecnológica vislumbrado. Como indicado pelo premiado economista Harry Max Markowitz ainda na década de 1950, a diversificação é fundamental para o gerenciamento de risco em um cenário como esse.

Para aproveitar essa condição, é preciso aperfeiçoar e oferecer uma maior estabilidade às políticas públicas existentes a fim de reconhecer as externalidades dos biocombustíveis na competição com os combustíveis fósseis (RenovaBio e diferencial tributário). No *front* automotivo, será necessária uma política que reconheça a combinação entre combustível e tecnologia veicular que promova uma menor emissão de GEE

por quilômetro rodado, mensurada a partir da avaliação de todo o ciclo de vida dos produtos. Essa neutralidade tecnológica é fundamental para garantir uma competição justa e equilibrada entre as opções disponíveis.

No setor de transporte pesado, além da consolidação do biodiesel, devemos observar, também, o crescimento da produção de óleo vegetal hidrogenado (HVO, na sigla em inglês) ou diesel verde e a substituição de diesel por biometano fabricado a partir de resíduos ou coprodutos gerados pela indústria de biocombustíveis.

Um estudo recente do Programa de Energia para o Brasil (BEP, na sigla em inglês) revelou que o País possui potencial para produzir 10,87 bilhões

de metros cúbicos por ano de biogás no curto prazo. Esse valor representa quase 5% da energia elétrica consumida e cerca de 12% da demanda por diesel no País. Mais de 70% do potencial mapeado decorre do uso de vinhaça e de torta de filtro no setor sucroenergético, em um exemplo efetivo de economia circular.

O Brasil possui potencial para produzir 10,87 bilhões de metros cúbicos por ano de biogás no curto prazo, o que representa quase 5% da energia elétrica consumida e cerca de 12% da demanda por diesel.

Nesse campo, os desafios incorporam: a infraestrutura ainda limitada de redes de distribuição; a necessidade



SHUTTERSTOCK

de modelos de negócio com garantia para financiamento; a falta de regulação específica para a injeção do biocombustível nas redes de distribuição ou para a construção de redes de biometano; a ausência de isonomia fiscal entre as diversas tecnologias; e a imposição de regras de governança de diferentes setores ao gerador.

O futuro da bioenergia no Brasil também passa pela consolidação de novos produtos, tecnologias e mercados. Nessa linha, se enquadram o emprego de sistemas de captura e armazenamento de carbono na produção de etanol, a produção de hidrogênio a partir de bioenergia e a fabricação de biocombustíveis sustentáveis para uso nos setores aéreo e marítimo.

O setor de aviação civil, por exemplo, assumiu o compromisso de ser neutro em emissões de carbono até 2050. A principal estratégia para o atendimento da meta está centrada no uso de combustíveis sustentáveis de aviação (SAFs, na sigla em inglês). Nesse contexto, o País pode posicionar-se como um produtor de biocombustível de aviação

fabricado a partir de resíduos de biomassa, sebo bovino ou, até mesmo, óleo de cozinha usado.

Recentemente, a Agência de Proteção Ambiental (EPA, na sigla em inglês) também reconheceu o etanol de cana-de-açúcar como matéria-prima para a produção de bioquerosene. Essa condição e os incentivos oferecidos naquele mercado trazem oportunidades promissoras para o biocombustível brasileiro.

A partir de 2027, todos os países com participação acima de 0,5% nas rotas internacionais deverão ter SAF para abastecer as aeronaves. A Associação Internacional de Transportes Aéreos (IATA, na sigla em inglês) estima que, em 2050, quando o SAF se tornar o combustível-padrão, serão necessários quase 450 bilhões de litros do biocombustível (*vide* Gráfico 2).

A produção de hidrogênio a partir de biocombustíveis também pode ganhar escala no futuro. Um estudo recente produzido pelo World Wide Fund for Nature (WWF) atesta o custo competitivo da produção de hidrogênio a partir

de etanol, a qual, inclusive, se mostrou mais vantajosa do que a fabricação a partir de eletrólise com energia solar.

Nessas áreas, o trabalho a ser realizado ainda é enorme. Para muitos desses exemplos, o País sequer instituiu um marco legal ou uma estrutura regulatória adequada. Afora esses aspectos, serão necessários estímulos para investimentos em pesquisa e desenvolvimento (P&D), sistemas de reconhecimento desses produtos a partir de sua intensidade de carbono e incentivos para projetos-piloto visando à adoção desses novos energéticos.

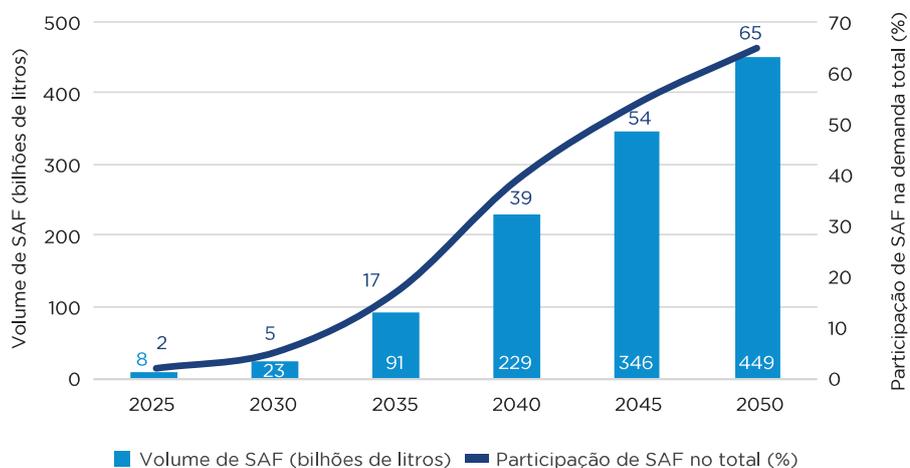
Em síntese, enquanto o País ainda precisa aperfeiçoar o arcabouço institucional para equacionar o desafio histórico de coexistência entre biocombustíveis e combustíveis fósseis domesticamente, o novo cenário traz elementos adicionais e uma complexidade não presenciada no mercado nacional.

Se, por um lado, temos o privilégio de dispor de inúmeras opções energéticas e tecnológicas para a descarbonização; por outro lado, é absolutamente desafiadora e intrincada a consolidação de um aparato institucional e de um ambiente de negócios que consigam compatibilizar essas opções de maneira eficiente.

O xadrez da transição energética no Brasil exigirá uma ampla e inédita cooperação de diferentes áreas da administração pública, além da articulação de várias cadeias do setor privado para o desenho de um sistema que possa equacionar interesses distintos e objetivos diversos e, por vezes, conflitantes, visando oferecer o máximo bem-estar à sociedade. ■

GRÁFICO 2 - MUNDO: ESTIMATIVA DA DEMANDA POR SAF PARA ATENDIMENTO DAS METAS DE DESCARBONIZAÇÃO DAS EMPRESAS DO SETOR AÉREO

Quando o SAF se tornar o combustível-padrão - o que se estima que ocorra em 2050 -, serão necessários quase 450 bilhões de litros do biocombustível para atender o setor.



Fonte: IATA (2023)

1Diretor de Economia e Inteligência Estratégica da União da Indústria de Cana-de-Açúcar e Bioenergia (Unica), coordenador do MBA em Agronegócios da Fundação Getúlio Vargas (FGV) e pesquisador do Observatório de Conhecimento e Inovação em Bioeconomia (OCBio/FGV)

2Pesquisadora do OCBio/FGV

3Pesquisadora do OCBio/FGV