COMBUSTÍVEL DO FUTURO E NOVO ARCABOUÇO LEGAL DA BIOENERGIA

LUCIANO RODRIGUES*

A Lei do Combustível do Futuro, sancionada em outubro último, marca um avanço significativo na política de bioenergia do Brasil. Ela introduz, na análise das emissões de GEE pelos automóveis, a visão de ciclo de vida "berço ao túmulo", que considera as emissões desde a produção até o descarte dos veículos e seus componentes. Essa abordagem favorece o carro movido a etanol, que, apesar de menos eficiente em consumo energético, é bem mais eficiente em termos de emissões de GEE do que o carro híbrido a gasolina quando considerada essa visão de ciclo de vida. Esse novo modelo consolida a mobilidade sustentável e coloca o etanol como uma alternativa ambientalmente vantajosa.

EM 8 de outubro último, foi sancionada a Lei do Combustível do Futuro (Lei nº 14.993), marco legal que consolida um novo momento para o setor de bioenergia no Brasil. Esse instrumento soma-se a outras mudanças recentes no aparato institucional nacional e deve moldar o negócio da bioenergia nos próximos anos.

Compreender como essas mudanças podem impactar os investimentos e a dinâmica do mercado de bioenergia é essencial para todos os agentes que atuam nessa cadeia. Assim, sem a pretensão de esgotar o assunto, apresentamos de forma concisa, a seguir, as principais alterações trazidas pelas novas diretrizes, além de reflexões sobre os desdobramentos dessas políticas na consolidação dos biocombustíveis no País.

"Compreender como essas mudanças [realizadas no aparato institucional e consolidadas pela Lei do Combustível do Futuro] podem impactar os investimentos e a dinâmica do mercado de bioenergia é essencial para todos os agentes que atuam nessa cadeia."

MOBILIDADE SUSTENTÁVEL DE BAIXO CARBONO

No campo da mobilidade, a Lei do Combustível do Futuro consolida os conceitos recentemente introduzidos pelo Programa Mobilidade Verde e Inovação (MOVER), sancionado pela Lei nº 14.902, de 27 de junho de 2024. De modo geral, as metas obrigatórias de aperfeiçoamento dos veículos para a indústria automotiva passam a incluir métricas que medem a emissão de gases do efeito estufa (GEE) por quilômetro rodado.

As versões anteriores da política industrial estabeleciam objetivos baseados na eficiência energética dos veículos, com a medida de megajoules necessários para percorrer 1 quilômetro (MJ/km). Nesse antigo modelo, o componente ambiental não era estabelecido como princípio fundamental, pois um veículo mais eficiente na conversão de energia em deslocamento nem sempre promovia uma redução de emissões de GEE.

Com a avaliação correta das emissões de GEE na mobilidade, a política brasileira amplia as opções de descarbonização no transporte leve sem priorizar rotas ou eleger tecnologias vencedoras (garante-se a neutralidade tecnológica). A vantagem da bioenergia e de outras fontes renováveis se torna um diferencial para as montadoras na definição de seus portfólios.

Para o etanol de cana-de-açúcar, o etanol de milho 2ª safra, o etanol de segunda geração, o biometano e outros biocombustíveis, o novo ambiente exigirá uma intensificação de esforços para reduzir a intensidade de carbono na produção. O menor uso de diesel, adubo nitrogenado e outros insumos na produção de biocombustíveis promoverá um maior potencial de descarbonização nesses produtos, impactando as emissões de GEE por quilômetro dos veículos que adotam bioenergia e, como consequência, a preferência das montadoras pelas tecnologias que utilizam essa fonte.

Em outras palavras, a busca por uma maior eficiência energético-ambiental pelos produtores de biocombustíveis, iniciada com a Política Nacional de Biocombustíveis (RenovaBio) para ampliar a geração de créditos de descarbonização (CBios), impactará de maneira efetiva, agora, o futuro da bioenergia como uma solução para a mobilidade de baixo carbono no País.

Essa nova configuração traz, portanto, dois *drivers* importantes para a cadeia de bioenergia. Por um lado, ela amplia a atratividade oferecida às montadoras para desenvolvimento e consolidação de tecnologias veiculares com o uso de biocombustíveis. Por outro lado, ela estabelece um novo patamar de competição: além da disputa de mercado com os combustíveis fósseis, os produtores de bioenergia precisarão competir com outras fontes renováveis utilizadas pela frota leve.

Nessa disputa pela mobilidade de baixo carbono, o consumidor brasileiro ganha mais opções de escolha e

SHUTTERSTOCK



o País beneficia-se de um sistema com soluções múltiplas e que é ainda mais eficiente sob o ponto de vista ambiental.

Nesse cenário, os veículos híbridos derivados de modelos concebidos para a tração com motores de combustão interna *flex-fuel* devem posicionar-se como uma opção diferenciada no curto prazo. Para o futuro, a hibridização das novas plataformas de veículos elétricos poderá manter o uso de combustíveis biológicos ou sintetizados a partir de energia elétrica limpa, com tração elétrica, gerando as combinações de baixo carbono mais efetivas. No tempo correto, com aplicações adequadas e tecnologias inovadoras, a nova política deve garantir espaço para a convivência dessas e de outras diferentes opções que entreguem um menor custo e uma menor emissão por quilômetro rodado.

BIOMETANO E A DESCARBONIZAÇÃO NO MERCADO DE GÁS NATURAL

A Lei do Combustível do Futuro também institui o Programa Nacional de Descarbonização do Produtor e Importador de Gás Natural e de Incentivo ao Biometano, que possui dois elementos principais: (i) a meta de descarbonização aplicada ao mercado de gás natural; e (ii) a criação do Certificado de Garantia de Origem de Biometano (CGOB).

A primeira diretriz estabelece um cronograma anual de redução de emissões de GEE aos importadores e aos produtores de gás natural, baseado na ampliação da participação do biometano no mercado do substituto fóssil. Essa obrigação entrará em vigor em 1º de janeiro de 2026, com uma meta inicial de descarbonização de 1% aplicado sobre a média decenal de oferta de gás natural oriunda de produção nacional e de importação. A referida meta poderá ser ampliada a partir de uma decisão do Conselho Nacional de Política Energética (CNPE) e atingir até 10% nos próximos anos.

A meta de redução de emissões de GEE estabelece, nesse caso, uma participação mínima do biometano no mercado de gás natural, criando condições para o avanço desse biocombustível na matriz brasileira de gás.

Por outro lado, o CGOB remete à criação de um título que possui funcionamento similar às Renewable Gas Guarantees of Origin (RGGOs), presentes no Reino Unido, ou aos certificados de Garantia de Origem (GOs, na sigla em inglês), previstos no artigo 19 da Diretiva de Energia Renovável II da União Europeia (RED II, também em inglês). O certificado brasileiro, entre outros aspectos, visa transpor as restrições de uso da infraestrutura dutoviária instalada nas diferentes regiões do País para o transporte de biometano.

Com o uso desse certificado, o produtor poderá, por exemplo, injetar biometano na rede de gás natural e comercializar o CGOB com uma indústria que queira se apropriar do benefício ambiental desse biocombustível sem necessariamente adquirir a molécula física de biometano.

Diferentemente do sistema interligado existente para a energia elétrica no Brasil – que permite a exportação da eletricidade em um ponto e a sua retirada em outro a partir do pagamento de tarifa para uso do fio –, a regulamentação para o transporte dutoviário de gás é distinta entre as Unidades da Federação (UFs), não permitindo uma integração nacional do sistema. Nesse contexto, a lógica que será estabelecida pelo CGOB

COMBUSTÍVEL DO FUTURO E A CONSOLIDAÇÃO DA ACV

A lógica do MOVER, agora consolidada pela Lei do Combustível do Futuro, introduz um conceito amplamente difundido no meio técnico e acadêmico para mensuração de emissões de GEE na mobilidade: a avaliação do ciclo de vida (ACV).

Esse tipo de avaliação pode ser dividido em etapas com diferentes níveis de complexidade. A fase conhecida como ciclo "tanque à roda" contabiliza as emissões de GEE apenas na queima do combustível no veículo, assumindo emissão zero para aqueles que não utilizam motor a combustão – uma visão limitada e distorcida, que ainda prevalece em uma boa parte das legislações ao redor do mundo.

O ciclo "poço à roda" amplia essa análise, contabilizando emissões de GEE desde o cultivo ou a extração dos recursos até a produção, a distribuição e a utilização dos combustíveis nos veículos. Esse ciclo mede as emissões de GEE por quilômetro rodado considerando tanto a fabricação do combustível, quanto a eficiência de conversão de energia pelo veículo.

A Lei prevê que o ciclo "poço à roda" seja adotado na política brasileira até 31 de dezembro de 2031. Essa inovação foi possível graças aos avanços já iniciados pelo RenovaBio a partir de 2020, os quais garantiram a certificação dos produtores de biocombustíveis. Atualmente, mais de 90% da oferta nacional de biocombustíveis possui pegada de carbono auditada, e esse resultado servirá como referência no novo programa de mobilidade, integrando as políticas para a descarbonização do transporte.

A partir de 1º de janeiro de 2032, a Lei prevê a adoção do ciclo "berço ao túmulo", o mais completo nível de mensuração de emissões de GEE. Nessa etapa, além das emissões associadas ao combustível, são incluídas aquelas geradas na extração de recursos, na fabricação de autopeças, na montagem e no descarte dos veículos e de seus componentes (*vide* fluxograma). Esse modelo oferece uma visão completa e abrangente de todo o processo, reconhecendo as rotas tecnológicas definitivamente mais eficientes do ponto de vista ambiental.

Para se ter uma ideia da mudança promovida por esses novos conceitos, tomemos um exemplo simples com valores aproximados de eficiência e emissões. Vamos realizar a comparação de dois veículos com as seguintes características: (i) um carro híbrido com eficiência energética de 1,10 MJ/km, utilizando gasolina com uma intensidade de carbono de 74 gramas de gás carbônico equivalente por megajoule (g CO_2 eq./MJ); e (ii) um automóvel a combustão com eficiência energética de 1,40 MJ/km, utilizando exclusivamente etanol hidratado com uma intensidade de carbono de 22 g CO_2 eq./MJ.

ETAPAS PARA A MENSURAÇÃO DE EMISSÕES DE GEE A PARTIR DA ACV APLICADA À MOBILIDADE DE VEÍCULOS LEVES

Na ACV, a fase "tanque à roda" contabiliza as emissões de GEE apenas na queima do combustível no veículo. Já o ciclo "poço à roda" contabiliza emissões desde o cultivo até a distribuição dos combustíveis. Por fim, o ciclo "berço ao túmulo" engloba todo o processo, desde a extração de recursos até o descarte dos veículos.



CICLO "BERÇO AO TÚMULO" PREVISTO A PARTIR DE 2032

Fonte: elaboração pelo autor

No passado, o incentivo oferecido pela política industrial para o veículo híbrido seria superior àquele aplicado ao carro com motor a combustão, visto que a eficiência energética do primeiro é mais elevada (menor uso de energia para percorrer 1 quilômetro). Com a nova política na sua fase inicial, considerando apenas a fase "poço à roda" da ACV, já é possível observar vantagem para o veículo a combustão movido exclusivamente a etanol, pois, nesse caso, o seu nível de emissão de GEE por quilômetro seria de 30,8 g CO_2 eq. (1,40 MJ/km x 22 g CO_2 eq./MJ), enquanto a eficiência ambiental do veículo híbrido a gasolina atingiria 81,4 g CO_2 eq./km (1,10 MJ/km x 74 g CO_2 eq./MJ). Em síntese, nesse exemplo, a menor intensidade de carbono do etanol mais do que compensa a eficiência reduzida do veículo com motor a combustão.

garante que o atributo ambiental do biometano possa ser apropriado uma única vez, independentemente do ponto de comercialização física do produto (via duto ou mesmo por meio da venda em cilindros).

A criação de uma demanda cativa baseada na meta de descarbonização e a flexibilidade criada pela implementação do CGOB devem reforçar as condições para o desenvolvimento da produção de biometano no País. A título de ilustração, apenas o setor sucroenergético instalado no estado de São Paulo possui potencial para a produção de 2,3 bilhões de metros cúbicos normais (Nm^3) de biometano por ano – volume equivalente a mais de 30% do consumo de gás natural e a quase um quarto do consumo de diesel no estado.

AJUSTES NOS MANDATOS DE BIOCOMBUSTÍVEIS

A Lei do Combustível do Futuro prevê ajustes nos mandatos vigentes de biodiesel e etanol anidro, além de criar um mandato no âmbito do Programa Nacional de Diesel Verde (PNDV).

No caso do biodiesel, a Lei estabelece que o CNPE fixará um percentual obrigatório de adição de biodiesel ao óleo diesel comercializado em todo o território nacional no intervalo de 13% a 25%. Desde que constatada a viabilidade técnica, o nível de mistura deve ser ampliado anualmente, passando de 15%, em 2025, para 20%, em 2030.

No caso do diesel verde, o CNPE estabelecerá, a cada ano, uma participação volumétrica mínima obrigatória do produto no mercado de diesel, não podendo exceder o limite de 3%. Essa decisão deve basear-se nas condições de oferta do diesel verde, na capacidade de produção do produto, no impacto dessa participação sobre o preço final do diesel e na competitividade do diesel verde produzido domesticamente.

Para o etanol anidro, o texto trazido pela Lei do Combustível do Futuro prevê a possibilidade de mistura do biocombustível na gasolina em uma proporção que pode variar de 22% a 35% (o nível de mistura atual é de 27%). Um eventual aumento no percentual de mistura pode trazer benefícios, como ampliação da octanagem da gasolina comercializada na bomba, redução potencial de preço do derivado fóssil e menor intensidade de carbono do produto fóssil misturado.

É importante observar que a Lei apenas prevê a possibilidade de alteração da mistura pelo poder Executivo, mas não traz nenhuma obrigação de implementação desses novos patamares. Em verdade, qualquer alteração promovida pelo CNPE exigirá uma análise técnica robusta para constatar a viabilidade técnica dos novos percentuais na frota em circulação.

CRIAÇÃO DE UM PROGRAMA PARA OS SAFS E DE UM MARCO LEGAL

Cabe mencionar, ainda, que a Lei aprovada também cria o Programa Nacional de Combustível Sustentável de Aviação (ProBioQAV) e o marco legal para a tecnologia de captura e armazenamento de carbono com bioenergia (BECCS, na sigla em inglês).

O primeiro desses dispositivos estabelece aos operadores aéreos a obrigação de reduzir as emissões de GEE em suas operações domésticas por meio do uso de combustíveis sustentáveis de aviação (SAFs, na sigla em inglês) em proporção crescente, iniciando, em 2027, com 1% e, em dez anos, atingindo 10%. Estima-se que a demanda por SAFs possa atingir entre 1 bilhão e 2 bilhões de litros para atendimento das metas até 2037, dependendo da matéria-prima adotada na fabricação do biocombustível de aviação.

Já o segundo dispositivo define as regras para que o CO_2 liberado na fermentação de etanol ou mesmo na purificação de biogás em biometano possa ser comprimido e armazenado em formações geológicas profundas, introduzindo potencial de produção de biocombustíveis com "emissões negativas" no Brasil.

ARCABOUÇO LEGAL EM CONSTRUÇÃO E PRÓXIMOS PASSOS

Essas alterações e outras em tramitação no Congresso Nacional definem as novas diretrizes necessárias à consolidação da bioenergia no País. Nos próximos meses (e, em alguns casos, anos), será necessário desenvolver a regulamentação para operacionalizar essas diretrizes, com a publicação de Decretos, Resoluções e Portarias que criarão as regras e as dinâmicas de funcionamento de cada um dos mencionados Programas.

Apesar de não dispor de recursos financeiros para estímulo das fontes renováveis em proporção equivalente àquela observada em outras nações, o Brasil está, definitivamente, construindo um arcabouço legal e regulatório que reconhece o papel da bioenergia e de outras fontes renováveis no desafio da descarbonização. Essa condição estabelece bases para um ambiente de negócios adequado à atração de novos investimentos nessas áreas. Com engenho e arte, o País poderá colher renda, emprego e menores emissões de GEE explorando o seu diferencial competitivo na produção sustentável de energias limpas e renováveis. ■

Mesmo sem ter os mesmos recursos financeiros que outras nações para estimular as fontes renováveis, o Brasil está claramente construindo um arcabouço legal reconhecedor do papel da bioenergia e de outras fontes na descarbonização.

*Diretor de Inteligência Setorial da União da Indústria de Cana-de-Açúcar e Bioenergia (Unica), coordenador e professor do MBA em Agronegócios da Fundação Getulio Vargas (FGV) e coordenador do Núcleo de Bioenergia do Observatório de Conhecimento e Inovação em Bioeconomia (OCBio/FGV)