



**Marcelo Miterhof**

Economista do BNDES

## Os desafios da revolução industrial das externalidades: o caso do biometano<sup>1</sup>

O mundo busca uma revolução industrial singular. Na primeira e na segunda revoluções industriais, a criação de novas formas de energia e de transportes criaram produtos e novos processos que reduziram expressivamente os custos de produção.

A ferrovia fez o custo do transporte de cargas cair a cerca de um décimo do modo anterior, os comboios de mulas. É fácil imaginar porque as ferrovias se espalharam tão rapidamente no século XIX.

Agora, porém, o mundo busca fazer mais ou menos as mesmas coisas, só que promovendo a descarbonização ou a redução das emissões de gases de efeito estufa (GEE). É a revolução industrial das externalidades.

Externalidades são benefícios ou custos econômicos que não são internalizáveis nos fluxos de caixa dos projetos ou das empresas.

Um investimento em transporte coletivo não beneficia apenas seus passageiros, mas também quem usa carro e passa a enfrentar um tráfego menos intenso, sem ter que pagar diretamente a tarifa. Há uma externalidade positiva.

Os efeitos das emissões de GEE são externalidades negativas, são da-

nos ao meio ambiente – que atingem a todos, sem onerar diretamente os custos dos bens e dos serviços – provocados pelas mudanças produtivas trazidas pelas revoluções industriais anteriores e que a atual revolução industrial visa corrigir.

O diabo é que o custo das novas tecnologias é mais alto do que o das vigentes. A racionalidade econômica para enfrentar isso é conhecida. É preciso coordenar planejamento e normas regulatórias, nacional e internacionalmente, para que as novas tecnologias tenham incentivos e/ou o uso das tecnologias convencionais sejam penalizadas, de forma a criar demanda pelas formas limpas de produzir até que elas consigam se tornar competitivas em custo.

Num mundo que hoje vive sob crescentes conflitos militares e ameaças à democracia, as possibilidades de coordenação internacional não sugerem otimismo. Ainda assim, o Brasil é um exemplo de que tal racionalidade econômica pode funcionar.

O Brasil tinha em 2023 – segundo dados da Empresa de Planejamento Energético (EPE) – 49% de sua matriz energética proveniente de fontes



renováveis. Nos países da OCDE, segundo relatório da IEA (Agência Internacional de Energia, na sigla em inglês) para 2021, a média de participação de fontes renováveis na matriz energética era de 14%, menos de um terço da brasileira.

Na matriz elétrica, o desempenho brasileiro é ainda mais impressionante: 89% vinham de fontes renováveis, segundo a EPE. Isso foi possível não só porque o país tem abundância das principais fontes de energia limpa (sol, água, vento e biomassa), mas porque ele apostou na soberania energética, respondendo no caso da eletricidade virtuosa e sustentadamente à ausência de grandes reservas de carvão mineral.

A partir de meados do século XX, o país foi capaz de desenvolver, por meio de investimentos de empresas estatais, uma rede de hidroelétricas com reservatórios de água e um progressivo sistema interligado nacional de transmissão, que permitiam regular a oferta de energia de acordo com as necessidades de demanda, mesmo usando uma fonte intermitente, que depende dos ciclos de chuva.

Quando os grandes aproveitamentos hidroelétricos deram os primeiros sinais de esgotamento, no início do século XXI, foram oferecidos subsídios e outras vantagens para fontes alternativas de energia, por meio do Proinfra. A eólica e a solar eram tidas como fontes alternativas e hoje são competitivas e se tornaram os principais vetores de expansão do parque gerador na última década.

Ainda assim, o Brasil é um país intensivo em emissões de GEE – o

quinto maior do mundo, tendo a sétima maior população e o décimo PIB. Mas seu perfil de emissões é muito diferente da média global. Segundo dados do Sistema de Estimativas de Gases de Efeito Estufa (SEEG) e da Climate Watch Data, 50% estão ligados ao desmatamento (no mundo, a média é 3%) e 24% à agropecuária (12% na média global). A matriz energética responde por somente 17% das emissões brasileiras, ante 76% na média global.

Cumprir a meta do governo federal de acabar com o desmatamento ilegal até 2030 – e provavelmente ainda reduzir o desmatamento legal – é uma condição essencial para que o Brasil seja capaz de se tornar a primeira grande economia neutra em carbono.

Partindo de um cenário tão favorável em comparação ao resto do mundo e sendo rico nas principais fontes limpas, a transição energética é uma grande oportunidade econômica para o país, para vender soluções e alavancar uma reindustrialização. De todo modo, a tarefa do mundo e do próprio Brasil segue altamente desafiadora.

Como exemplo, abordo as possibilidades e as dificuldades de expandir os investimentos em biogás e biometano. Para tanto, são usados o artigo “A hora do biometano no Brasil”<sup>2</sup> – que é o texto para discussão (TD) do BNDES nº 159, de janeiro de 2024, feito pelos meus colegas Cassio Teixeira, Ricardo Cunha, André Pompeo e Marco Aurélio Rocio – e a nota técnica “Oportunidades de aproveitamento econômico do biogás derivado de

resíduos sólidos urbanos (RSU)”, ainda não publicada, escrita pelo meu colega Thiago Miguez.

O metano (CH<sub>4</sub>) é o segundo gás mais relevante entre os gases de efeito estufa, só atrás do dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), que segundo a Climate Watch responde por 75% das emissões de GEE no mundo. O metano é um agente de efeito estufa 28 vezes mais potente do que o CO<sub>2</sub>, segundo o Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa (SEEG).

O biometano tem a mesma molécula “CH<sub>4</sub>”. A diferença é que o metano é o componente principal de um combustível fóssil, o gás natural, e o biometano é obtido do biogás. Este, por sua vez, é um gás gerado pela decomposição anaeróbica de resíduos orgânicos. Ele existe naturalmente em pântanos e áreas alagadiças. A sociedade moderna impulsionou formas de geração do biogás a partir de resíduos sólidos urbanos (o lixo) e os resíduos derivados de atividades agropecuárias e industriais.

O biogás tem uma mistura que contém metano, com concentração de 45% a 75%, e dióxido de carbono, de 25% a 40%. A purificação do biogás até a concentração do metano chegar a 90% gera o biometano.

O biometano e o biogás são uma pérola da mudança tecnológica que busca corrigir externalidades negativas ambientais. Eles combatem as emissões dos dois principais gases de efeito estufa: o dióxido de carbono e o metano. E fazem isso mitigando fortemente o problema dos resíduos associado à vida moderna, incluindo

o lixo, e ainda gerando uma energia renovável, que pode substituir as geradas por combustível fóssil.

Além disso, a produção de biogás/biometano a partir de resíduos agroindustriais gera fertilizantes orgânicos como subproduto, o que é particularmente importante no Brasil, que é um grande importador desses insumos agrícolas.

Em termos práticos, o biometano ainda conta com a vantagem de poder usar a rede de gasodutos construída para o gás natural. No Brasil, isso pode vir a ser um problema, já que a rede atual de gasodutos é limitada, o que exigiria novos investimentos na sua expansão. Ainda assim, segundo estimativas da Associação Brasileira do Biogás e do Biometano (Abiogás), o potencial de produção de biometano no Brasil é quase duas vezes o consumo nacional de gás natural. Todo o gás natural poderia ser substituído e ainda seria possível usar o biometano em termoeletricas, deslocando combustíveis fósseis, como o carvão e o diesel, intensivos na emissão de CO<sub>2</sub>.

Contudo, o Brasil não produziu em 2022 nem 1% de seu potencial de biometano, segundo aponta o TD do BNDES nº 159. O TD também mostra, com base em dados da IEA, que globalmente o volume de biometano produzido em 2018 correspondeu a 0,1% da demanda por gás natural. Se todas as fontes de matéria-prima, excluindo as que competiriam por terra com a produção de alimentos, fossem usadas, o biometano poderia atender 20% da demanda mundial do gás natural.

---

## A produção de biogás/ biometano a partir de resíduos agroindustriais gera fertilizantes orgânicos como subproduto, o que é particularmente importante no Brasil

---

A dificuldade principal é que – segundo dados da IEA para 2018 apresentados no TD do BNDES nº 159 – os preços do biometano ainda eram bem superiores ao do gás natural em todo o mundo, sendo frequentemente mais do que o dobro.

De todo modo, a produção de biometano mundial vem se expandindo a uma taxa acima dos 20% ao ano há mais de uma década.

No Brasil, segundo dados da CI-Biogás, associação dedicada à pesquisa e à inovação em biometano e biogás, a capacidade produtiva do setor tem crescido cerca de 20% ao ano nos últimos dez anos.

As dificuldades regulatórias e de financiamento do setor de RSU no Brasil – a ponto de o país ainda contar com “lixões”, uma forma inadequada de disposição final dos resíduos – são uma trava para o crescimento da produção de biometano e biogás. E o RSU é a fonte mais promissora para desenvolvê-los, pois

a oferta da matéria-prima é concentrada, facilitando a logística e barateando seu custo.

Mas o que é uma limitação pode se converter em solução. Como mostra a referida nota “Oportunidades de aproveitamento econômico do biogás derivado de resíduos sólidos urbanos”, talvez um caminho mais fácil seja o aproveitamento do biogás a partir do RSU para a geração de energia elétrica. Embora o valor agregado do biometano seja maior, esse é um caminho para melhorar substancialmente o precário manejo do lixo no Brasil.

São fascinantes os caminhos da revolução industrial da descarbonização. A humanidade tem sido capaz de encontrar soluções para buscar uma produção e um consumo mais limpos, às vezes de formas inusitadas, como usar lixo e outros resíduos para gerar energia renovável. Porém, a transição tem suas dores, que expõem a dificuldade de os países coordenarem seus esforços para viabilizar e acelerar as mudanças.

De todo modo, no caso do biometano e do biogás no Brasil, a bola está quicando na frente do gol: prover financiamento privilegiado para prefeituras ou grupos de municípios deveria entrar na agenda imediata das políticas públicas. ■

---

<sup>1</sup>O artigo não reflete necessariamente a opinião do banco.

<sup>2</sup>Ver: <https://go.fgv.br/6eBzxMleHWN>.

*Marcelo Miterhof escreve  
a cada bimestre.*