



Universidade de Brasília

Instituto de Relações Internacionais

Gabriel Marinho Ramos Lima

Brasil e Índia: Perspectivas da Cooperação em Biocombustíveis

Brasília

2025

Gabriel Marinho Ramos Lima

Brasil e Índia: Perspectivas da Cooperação em Biocombustíveis

Monografia elaborada como requisito parcial
opcional para a obtenção do título de Bacharel em
Relações Internacionais pelo Instituto de Relações
Internacionais da Universidade de Brasília.

Orientador(a): Prof. Dr. Alcides Costa Vaz

Brasília

2025

Gabriel Marinho Ramos Lima

Brasil e Índia: Perspectivas da Cooperação em Biocombustíveis

Monografia elaborada como requisito parcial
opcional para a obtenção do título de Bacharel
em Relações Internacionais pelo Instituto de
Relações Internacionais da Universidade de
Brasília

Data da aprovação: 05/08/2025

Alcides Costa Vaz

Professor do Instituto de Relações Internacionais (UnB)

RESUMO

Em um mundo de disputas geopolíticas e de intensificação dos efeitos do aquecimento global, as fontes limpas e/ou renováveis de energia tornam-se cada vez mais relevantes. Nesse contexto, os biocombustíveis integram parte dos esforços de garantia da segurança energética e descarbonização em alguns países. Por outro lado, o consumo e o mercado internacional de biocombustíveis permanecem restritos, de forma incompatível com as metas de descarbonização em cenários como o proposto pela IEA. Ainda assim, países interessados na difusão dos biocombustíveis, como o Brasil e Índia, articulam iniciativas de cooperação com vistas à difusão dos biocombustíveis.

Tendo isso em vista, a presente monografia investiga a cooperação entre Brasil e Índia no setor de biocombustíveis (com ênfase no período de 2015-2025), tanto em sua modalidade bilateral quanto em foros internacionais, como o BRICS, a CEM Biofuture Platform Initiative, a Mission Innovation e a Aliança Global para os Biocombustíveis, e seus efeitos sobre a difusão internacional dos biocombustíveis. Nesse sentido, foi possível concluir que, apesar dos interesses do Brasil e da Índia no fortalecimento do mercado mundial de biocombustíveis, os impactos da cooperação Brasil-Índia nesse setor permanecem limitados. Ademais, os interesses políticos e econômicos de diferentes agentes em torno de novas tecnologias que competem com os biocombustíveis (ex: veículos elétricos, combustíveis baseados em hidrogênio) e da continuidade da exploração de petróleo podem dificultar iniciativas de cooperação para difusão de biocombustíveis.

Palavras-chave: Brasil. Índia. Cooperação Internacional. Biocombustíveis. Relações Internacionais.

Sumário

1. INTRODUÇÃO.....	3
2. SEÇÃO METODOLÓGICA.....	6
3. CONTEXTUALIZAÇÃO AMBIENTAL E DO MERCADO DE BIOCOMBUSTÍVEIS...	8
4. BRASIL E BIOCOMBUSTÍVEIS: POLÍTICA INTERNA E EXTERNA	13
4.1 Política interna:	13
4.2 Política externa:	18
5. ÍNDIA E BIOCOMBUSTÍVEIS: POLÍTICA INTERNA E EXTERNA	23
5.1 Política interna:	23
5.2 Política externa:	27
6. COOPERAÇÃO BRASIL E ÍNDIA	36
6.1 Cooperação em âmbito bilateral:	37
6.2 BRICS:.....	40
6.3 CEM Biofuture Platform Initiative e Mission Innovation:	43
6.4 Aliança Global para os Biocombustíveis:.....	47
7. O FUTURO DOS BIOCOMBUSTÍVEIS: ENTRE DESAFIOS E OPORTUNIDADES...	49
8. CONSIDERAÇÕES FINAIS	56
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	62

1. INTRODUÇÃO

Em um mundo marcado por crescentes instabilidades geopolíticas, desigualdade econômica entre países e crise climática, a diversificação da matriz energética, com ênfase em fontes de energia limpas e/ou renováveis, tornou-se um tópico cada vez mais relevante no cenário internacional. Acontecimentos como as oscilações recentes no preço do petróleo, decorrentes da escalada dos conflitos no Oriente Médio (HALE, 2023), ou os cortes no fornecimento de gás natural russo aos países europeus, instrumento de coerção geopolítica (MAYNES, 2025), demonstram que a dependência dos combustíveis fósseis pode prejudicar o comércio internacional e as populações de diferentes países, a depender das circunstâncias. Além disso, cientistas alertam que o aumento das emissões de gases de efeito estufa (GEE) e o consequente processo de aquecimento global intensificam os riscos de ocorrência de eventos climáticos extremos e podem piorar as condições de vida em partes da Terra em um futuro não tão distante (IPCC, 2021, p. 1517-1520).

Em outras palavras, é evidente que existem incentivos para a superação da utilização de combustíveis fósseis, mas eles continuam sendo amplamente utilizados. Historicamente, a exploração dos combustíveis fósseis acompanhou as inovações tecnológicas que mudaram o mundo desde a Revolução Industrial (RITCHIE; ROSADO, 2023) e, mesmo nos últimos anos, a composição da matriz energética mundial, com 27,8% carvão e produtos de carvão, 30,2% de petróleo e produtos de petróleo e 23,1% de gás natural¹, reflete a importância desse tipo de recurso. O fato é que existe uma economia consolidada e de difícil substituição em torno dos combustíveis fósseis, utilizados nos meios de transporte, atividades industriais e para geração elétrica em diversas partes do mundo.

Apesar disso, também é verdade que cada vez mais fontes de energia alternativas têm sido exploradas (IEA, 2024a, p. 46). Nem todos os países contam com reservas naturais de combustíveis fósseis para garantir a “segurança energética”² necessária ao desenvolvimento, e

¹ Fonte: <https://www.iea.org/world/energy-mix>. Consultado em 29/09/2025.

² O conceito de “segurança energética” está inserido no debate acadêmico, com diferentes definições (Ver, por exemplo, WINZER, 2012). No âmbito do presente trabalho, a segurança energética pode ser considerada a capacidade de um país de fornecer energia para toda a população, de forma ininterrupta e acessível, mesmo

a importação de grandes quantidades de combustíveis fósseis não só é custosa como também contribui com as emissões de GEE, que podem piorar as condições de vida em vários dos países importadores no futuro. Cientes desses riscos, países desenvolvidos ou em desenvolvimento investem em infraestrutura de energia solar, eólica, hidrelétrica, etc. conforme suas próprias potencialidades, visando substituir parcialmente ou totalmente os combustíveis fósseis (IEA, 2025b).

E entre as fontes alternativas de energia renovável que já exercem papel importante na substituição dos combustíveis fósseis, mas cujo potencial permanece não plenamente atingido, estão os biocombustíveis. Biocombustíveis são combustíveis produzidos a partir de matéria orgânica (biomassa), como soja, cana-de-açúcar ou resíduos, que emitem menos GEE que os combustíveis fósseis³, ao longo de seu ciclo de vida (todas as etapas na cadeia de produção, incluindo cultivo, refinado, utilização, etc.). Nesse sentido, países como Brasil, Estados Unidos, China, Índia, Indonésia e integrantes da União Europeia se destacam na produção e/ou consumo de biocombustíveis, implementando políticas de mistura aos combustíveis tradicionais, para redução de emissões de GEE (IEA, 2024c, p. 139). Entretanto, o alcance e o tamanho do mercado dos biocombustíveis permanecem limitados.

A categoria “biocombustíveis e resíduos”⁴ corresponde somente a 8,8% da matriz energética mundial⁵, sendo a fonte de energia mais utilizada dentre as limpas e/ou renováveis, apesar de a contribuição dos biocombustíveis líquidos não ser tão expressiva. Por outro lado, Cenários como o “Net-Zero by 2050”, da Agência de Energia Internacional (IEA) estimam que a demanda por biocombustíveis teria que triplicar entre 2021 e 2030, para cumprir as metas de redução de GEE e contribuir com a desaceleração do aquecimento global (IEA, 2023b, p. 8). Entretanto, diversos fatores pesam contra esse cenário, a exemplo da multiplicidade de critérios e normas para a produção e venda de biocombustíveis (LIMA, GUPTA, 2013; SANDERINK,

frente a mudanças e conflitos no cenário internacional. É claro, considerando a alta demanda energética, assimetrias e interdependência econômica no mundo atual, a segurança energética acaba sendo mais uma condição ideal a ser atingida, do que uma constante.

³ Embora a quantidade dependa do tipo específico de biocombustível. Além disso, fatores regionais, diferenças metodológicas e a utilização de diferentes fontes de dados podem influenciar nos resultados da contabilização de emissões de GEEs ao longo de seu ciclo de vida (IEA, 2024b, p. 29)

⁴ Inclui energia gerada a partir da queima de biomassa tradicional, que não reduz tanto as emissões. A contribuição dos biocombustíveis líquidos nesse total é bem menor, o que torna ainda mais urgente o desenvolvimento de estratégias para fomentar esse setor.

⁵ Fonte: <https://www.iea.org/world/energy-mix>. Consultado em 29/09/2025.

2020; IEA 2024b; DI LUCIA, 2013), que, somadas a ocasionais episódios de protecionismo e divergências políticas sobre os biocombustíveis, dificultam a profusão do comércio de biocombustíveis (AFIONIS, STRINGER, 2020; DI LUCIA, 2013; ERIXON, 2009). Por outro lado, outros países lidam com problemas de carência tecnológica e de financiamento para aumento da produção de biocombustíveis, ou P&D (BIOFUTURE PLATFORM, 2018a, p. 68-70), ou a má regulação e aproveitamento de terras e recursos agrícolas, que geram competição entre o uso da terra para produção de alimentos e o uso para produção de insumos para biocombustíveis. (IPES-food, 2024, p. 6, 43-46)

Ainda assim, países como o Brasil e a Índia tentam impulsionar as discussões sobre os biocombustíveis internacionalmente, de modo a propagar experiências domésticas bem-sucedidas. O Brasil é o segundo maior produtor mundial de biocombustíveis, atrás somente dos EUA (BIOFUTURE PLATFORM, 2018a, p. 29), destacando-se por seu pioneirismo na implementação e desenvolvimento de tecnologia e políticas relacionadas ao setor, tendo também promovido a cooperação técnica no setor de biocombustíveis por meio da “diplomacia do etanol”. A Índia, por sua vez, vem incrementando os volumes de sua produção de biocombustíveis, implementando políticas de mistura de biocombustíveis mais ambiciosas e, mais recentemente, atuando em prol da criação de novos mercados internacionalmente, por meio de iniciativas como a Aliança Global pelos Biocombustíveis (GBA) (IEA, 2023a, p. 21-24; TREBAT, 2025).

Nesse contexto, o estreitamento das relações entre Brasil e Índia nos últimos anos, produto da convergência de tópicos de suas respectivas agendas, intensificação das relações comerciais e de esforços de reforma das instituições multilaterais globais (HAFFNER, KOSMINSKY, 2015; ALBUQUERQUE, 2023; CORRÊA DO LAGO, 2023, p. 173-177), engendrou novos horizontes de cooperação no setor de biocombustíveis (Ibid. 2023, p. 173-177). Seja em âmbito bilateral, por meio de Memorandos de Entendimento (MdEs) ou multilateral, em foros como o BRICS, esses países discutem formas de incrementar políticas, mercados e tecnologias de biocombustíveis. Entretanto, a adoção global dos biocombustíveis permanece limitada, o que indica a necessidade de adotar novas estratégias para promoção destes.

Tendo isso em vista, o presente trabalho consiste em estudo de caso sobre a cooperação entre Brasil e Índia no setor de biocombustíveis, com o intuito de analisar como esses países têm incorporado o tema em suas respectivas agendas, avaliar iniciativas implementadas por estes países para fortalecer a indústria de biocombustíveis internacionalmente, e entender os possíveis impactos e limitações dessa cooperação sobre o processo de transição energética. O trabalho leva em consideração principalmente o período da última década, no qual a cooperação entre Brasil e Índia no setor de biocombustíveis parece ter se intensificado.

As sessões seguintes buscam cumprir essa proposta, estando organizados da seguinte forma: inicialmente, a seção metodológica expõe os métodos e estratégias utilizados para coletar informações e elaborar o estudo de caso. Em sequência, uma seção contextualiza o estado atual do mercado global de biocombustíveis e as contribuições projetadas dessa indústria para a redução de emissões de gases de efeito estufa (GEE). Posteriormente, dois capítulos exploram, respectivamente, as políticas internas e externas do Brasil e da Índia em relação aos biocombustíveis. Um outro capítulo complementa as discussões sobre Brasil e Índia, percorrendo sobre a cooperação entre esses países em fóruns internacionais, como o BRICS, a Plataforma para o Biofuturo e a Aliança Global para os Biocombustíveis. O capítulo seguinte apresenta discussões sobre o futuro dos biocombustíveis frente à ascensão dos veículos elétricos e de possíveis novas tecnologias como o hidrogênio verde, bem como os impactos da exploração de petróleo na margem equatorial. Por fim, encerra-se com conclusões sobre a cooperação entre Brasil e Índia no setor de biocombustíveis.

2. SEÇÃO METODOLÓGICA

Conforme explicitado na seção introdutória, este trabalho utiliza a metodologia de estudo de caso, valendo-se de diferentes métodos para coleta e processamento de dados. Realizou-se revisão de literatura em fontes acadêmicas consolidadas, como o Portal de Periódicos da Capes, a plataforma Scopus e o Google Acadêmico, para encontrar artigos acadêmicos relevantes à pesquisa.

Foram coletadas também declarações de representantes dos governos do Brasil e da Índia, que serão analisadas em conjunto com outros dados, para que se possa tecer considerações sobre o posicionamento desses governos em relação aos biocombustíveis e a contribuição de diferentes foros internacionais para o avanço das discussões sobre essa indústria. Em outras palavras, é possível dizer que o trabalho faz uso da análise documental para responder à seguinte pergunta de pesquisa: **como Brasil e Índia incorporam o tema dos biocombustíveis em suas agendas internacionais e como sua cooperação bilateral e em foros multilaterais impacta essa indústria?**

Cabe destacar a importância desses dois países para a indústria de biocombustíveis, bem como o fato de que sua cooperação internacional têm se adensado nos últimos anos, tanto bilateralmente quanto em foros multilaterais. Nesse sentido, e considerando que o período de 2015 a 2025 abrange não só com o estabelecimento dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentáveis (ODS) da ONU no ano de 2015, mas também outros marcos da cooperação Brasil-Índia no setor de biocombustíveis (lançamento da Plataforma para o Biofuturo em 2016, Criação da GBA em 2023, etc.) o trabalho enfatiza esse intervalo temporal (2015-2025) na análise das iniciativas de cooperação. Apesar disso, com base na análise realizada, este trabalho defende a **hipótese** de que a cooperação entre Brasil e Índia no setor de biocombustíveis, por si só, não teve grandes impactos sobre o mercado ou a governança global de biocombustíveis, apesar de ter gerado alguns frutos no que diz respeito à troca de informações e fomento à pesquisa e às boas práticas.

Ademais, as perspectivas futuras para o mercado de biocombustíveis e para a cooperação entre esses dois países no setor são incertas. Se, por um lado, organizações como a IEA destacam que o volume atual da produção de biocombustíveis não cresce o suficiente para acompanhar as previsões do cenário NZE até 2050 (IEA, 2023b, p. 8), por outro lado as diferentes percepções sobre o papel e a sustentabilidade dos biocombustíveis, frente a outras alternativas sustentáveis e diferentes interesses geopolíticos, podem comprometer o futuro dessa indústria e as metas de descarbonização.

3. CONTEXTUALIZAÇÃO AMBIENTAL E DO MERCADO DE BIOCOMBUSTÍVEIS

Antes de discorrer sobre o tema dos biocombustíveis e suas relações com o Brasil e a Índia, é necessário entender a situação do mercado global de biocombustíveis, seu potencial na redução de emissões de GEEs, e alguns dos motivos pelos quais seu alcance permanece limitado. Conforme mencionado anteriormente, a matriz energética mundial reflete a ampla utilização dos combustíveis fósseis (27,6% carvão, 30,2% de petróleo e 23,1% de gás natural) e um alcance limitado da bioenergia (8,8% da matriz energética mundial)⁶. Ademais, segundo o mais recente relatório das Nações Unidas sobre emissões de GEE e aquecimento global, as atuais políticas de redução de emissões de gases de efeito estufa (GEE) não serão suficientes para limitar o aquecimento global a 1,5°C até a metade do século (UNEP, 2024, pg. 16-18), possivelmente danificando de forma irreversível o meio-ambiente e aumentando a ocorrência de eventos climáticos extremos (IPCC, 2021, p. 1517-1520).

Apesar do prognóstico não muito animador dos últimos anos, e levando em consideração a necessidade de realizar diferentes esforços para a substituição dos combustíveis fósseis, a IEA elaborou, em 2021, o cenário “Net Zero Emissions by 2050”, no qual são estimadas as necessidades de crescimento de fontes renováveis e recomendados cursos de ação para conter o aquecimento global. Nesse cenário, a demanda por biocombustíveis deveria triplicar até 2030 (IEA, 2023a, p. 8). Entretanto, segundo informações de 2023 da IEA, a produção de biocombustíveis líquidos, por exemplo, teria crescido em torno de 4% ao ano nos 5 anos anteriores, precisando aumentar para uma média de 13% ao ano para alcançar as metas de 2030 (IEA, 2023b, p. 144), fato que aponta para a insuficiência dos esforços empreendidos mundialmente.

Nesse contexto, cabe destacar que o crescimento insuficiente da indústria de biocombustíveis está relacionado a fatores como dificuldades de financiamento, competição com combustíveis fósseis, arcabouços de políticas públicas desfavoráveis e limitações quanto à utilização sustentável de terras (BIOFUTURE PLATFORM, 2018a, p. 67-76), culminando

⁶ Fonte: <https://www.iea.org/world/energy-mix>. Consultado em 29/09/2025.

na concentração da produção e da demanda por biocombustíveis internacionalmente. Mesmo a produção e consumo dos biocombustíveis líquidos mais comuns, etanol e biodiesel, concentram-se em poucos países, (ver tabela 1 e imagem 1). No caso do etanol, os EUA, o Brasil, a Índia e a União Europeia juntos produzem cerca de 90% do etanol mundial (Ver tabela 1). Já no caso do Biodiesel, a União Europeia, os EUA, a Indonésia e o Brasil são os principais destaques (EBB, 2023, p. 4). A concentração dos biocombustíveis em poucos países produtores também é explicada pela governança internacional fragmentada dos biocombustíveis, com diferentes parâmetros de produção, sustentabilidade, etc. impostos por diferentes países e instituições (SANDERINK, 2020; LIMA; GUPTA, 2013), que dificultam seu comércio internacional em larga escala.

Tabela 1. Produção de etanol por país e ano (em Milhões de litros)⁷ fonte: RFA

Região	2020	2021	2022	2023	2024	% da Produção Global
EUA	52772,43	56841,7	58147,7	58976,72	61395,6	52%
Brasil	30661,84	27709,2	28012	32062,44	33235,9	28%
Índia	2006,268	3596,14	4618,2	5715,972	6170,22	5%
União Europeia	4958,889	5223,87	5375,28	5261,722	5450,99	5%
China	3558,287	3406,87	3634	4050,391	4542,49	4%

⁷ Dados retirados de <https://ethanolrfa.org/markets-and-statistics/annual-ethanol-production>, originalmente em “milhões de galões”. Os dados dessa fonte diferem um pouco dos dados encontrados para a formulação das imagens 2 e 3, nas seções sobre Brasil e Índia. Ainda assim, ajudam a visualizar a concentração da produção de biocombustíveis.

Canadá	1623,942	1642,87	1692,08	1718,577	1756,43	1%
Tailândia	1476,311	1324,89	1438,46	1287,04	1362,75	1%
Argentina	794,9365	1022,06	1173,48	1173,478	1173,48	1%
Resto do Mundo	2384,809	2611,93	2733,07	3051,042	3054,83	3%
Total	100237,7	103380	106824	113297,4	118143	100%

Por outro lado, outros desafios pairam sobre uma maior implementação dos biocombustíveis. Como os biocombustíveis, em sua maioria, são feitos a partir de cana-de-açúcar, soja, milho e outros cultivos, críticos a essa fonte de energia alegam que a ampla utilização de biocombustíveis pode acabar gerando uma demanda predatória pela mesma matéria-prima que alimenta a população de diferentes países (debate “food vs fuel”) (ROSEGRANT; MSANGI, 2014). Sob essa ótica, os biocombustíveis representariam um risco para a segurança alimentar mundial. De acordo com o cenário NZE 2050 proposto pela IEA, “em 2030, 40% da produção é baseada no que são conhecidos como matérias-primas avançadas (advanced feedstocks), i.e. materiais que não competem com a produção de alimentos e ração (tradução livre)”, mas até 2023 esse tipo de material só originava 12% da produção de biocombustíveis (IEA, 2023b, p. 144-145). Similarmente, poucos países possuem tecnologia para a produção de biocombustíveis avançados⁸ (BIOFUTURE PLATFORM, 2018a, p. 14, 30).

Frente a essas dificuldades e ao fato de que a conversão de biomassa em bioenergia ainda gera algumas emissões de GEE, a bioenergia por vezes acaba sendo enquadrada como

⁸ Não existe consenso universal sobre a definição de “Biocombustíveis avançados”. Diferentes critérios são empregados para separar os biocombustíveis “convencionais” dos “avançados”, incluindo o tipo de matéria-prima (feedstock) utilizada para sua produção, performance em termos de emissão de GEE, tecnologia utilizada. Geralmente, biocombustíveis como o etanol, produzidos a partir de matéria-prima agrícola (ex: cana-de-açúcar, milho, soja, etc.) que poderia ser utilizada no setor alimentício, são enquadrados como “convencionais” enquanto aqueles produzidos a partir de conversão lignocelulósica, e de resíduos de material orgânico (BIOFUTURE PLATFORM, 2018a, p. 12)

uma solução secundária em relação às outras fontes renováveis, ou como se desempenhasse um papel intermediário de redução de emissões, enquanto o mundo aumenta sua capacidade de geração de energia renovável (IRENA, 2025, p. 2). Entretanto, as outras fontes renováveis compõem somente cerca de 5,6% da matriz energética mundial⁹, de modo que cabe questionar até que ponto é viável apostar nessas fontes, ainda mais considerando um possível aumento da demanda energética nos próximos anos, a partir do advento de novas tecnologias e do crescimento da população mundial. Ainda assim, para setores como o transporte aéreo e o marítimo, de alta demanda energética, os biocombustíveis devem substituir cada vez mais os combustíveis fósseis (junto a outras fontes alternativas), reduzindo as emissões de GEE (IEA 2023b, p. 94).

Por esses motivos e pelos interesses geopolíticos dos países expoentes da bioenergia, esta se tornou bastante relevante. Contudo, para que uma agenda favorável à difusão da bioenergia e dos biocombustíveis venha a gerar implicações mais concretas, seria necessário superar às dificuldades supracitadas. Nesse contexto, cabe aos países com potencial e interesse na bioenergia, como o Brasil e a Índia e potencialmente outros emergentes e em desenvolvimento (categorias em que a bioenergia mais deverá crescer, para atingir o cenário NZE 250 (Ibid. p. 141-142), tomar medidas com vistas à difusão da bioenergia e dos biocombustíveis, conforme seus interesses e necessidades concretos.

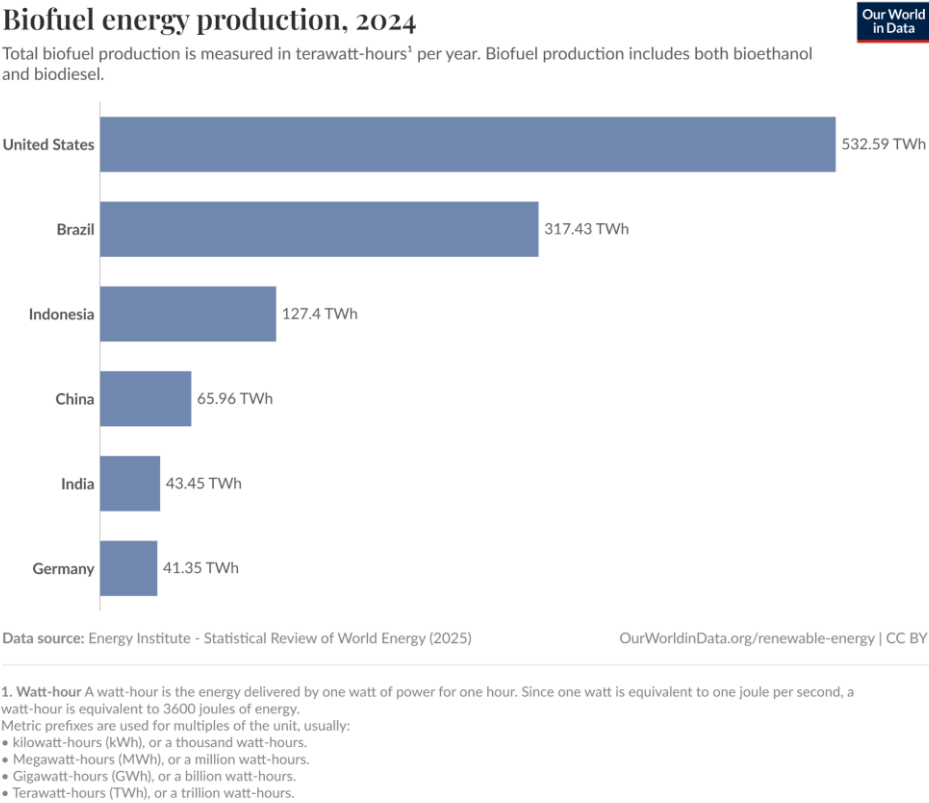
Na verdade, o Brasil já empreendeu diversas ações de cooperação internacional com esses fins (DUARTE, 2023; FULQUET; PELFINI, 2015). A Índia por sua vez, tem aumentado consideravelmente sua produção de biocombustíveis (ver tabela 1), e embora seus empreendimentos no plano internacional relacionados à cooperação energética em bioenergia não necessariamente tenham atingido as mesmas proporções que os do Brasil, existem iniciativas nesse sentido (mais bem exploradas na seção sobre Índia). Para esses países, a disseminação da bioenergia, principalmente através do comércio global em larga escala de biocombustíveis, seria benéfica para esses países não só do ponto de vista da redução de emissões e segurança energética, mas também representaria um ganho em exportações e “hard power”, à medida em que os posicionaria como grandes fornecedores de uma “commodity

⁹ Fonte: <https://www.iea.org/world/energy-mix>. Consultado em 29/09/2025.

importante (assumindo, é claro, que a Índia continue a aumentar o volume de produção de biocombustíveis).

Sendo assim, está claro que o Brasil e a Índia possuem papel importante na produção de biocombustíveis (principalmente etanol, apesar de a produção brasileira ainda ser muito maior que a indiana) e que, seja por motivos econômicos, seja pela perspectiva de redução de emissões, têm interesse na ampla adoção dos biocombustíveis.

Imagem 1. Produção total de energia de biocombustíveis (medida em terawatt horas por ano) nos principais países produtores de biocombustíveis, no ano de 2024.¹⁰



¹⁰ Fonte: “Data Page: Biofuels production”, part of the following publication: Hannah Ritchie, Pablo Rosado, and Max Roser (2023) - “Energy”. Data adapted from Energy Institute. Retrieved from <https://archive.ourworldindata.org/20250909-093708/grapher/biofuel-production.html> [online resource] (archived on September 9, 2025).

4. BRASIL E BIOCOMBUSTÍVEIS: POLÍTICA INTERNA E EXTERNA

Os interesses do Brasil em relação aos biocombustíveis estão ligados a acontecimentos históricos, que tiveram desdobramentos em sua política interna e externa. Este capítulo explora a política interna e externa do Brasil em diferentes períodos, de modo a proporcionar um entendimento geral sobre a configuração dos interesses e ações do governo brasileiro.

4.1 Política interna:

O Brasil possui um longo histórico de políticas internas para fomento da produção de biocombustíveis, associado tanto às potencialidades internas de um país com grandes volumes de produção agrária, quanto a fatores externos. Ainda em 1919, o governo de Pernambuco implantou a primeira política pública sobre utilização do etanol como combustível dentro do estado, reconhecendo-o como um combustível oficial (SARAVANAN PUGAZHENDHI, MATHIMANI, 2020, p. 3-5). Já em 1931, para mitigar impactos da importação de combustíveis no pós Crise de 1929, o governo estabeleceu meta de mistura de 5% de etanol anidro à gasolina (Decreto n. 19.717) (BRASIL, 1931). Ao longo dos anos, a criação de novas políticas e instituições pelo governo brasileiro engendraram uma forte indústria do etanol, associada à já existente produção açucareira. A criação do Instituto do Açúcar e do Alcool, que estabilizava os preços do açúcar impondo limites à produção, conferia, consequentemente, maior segurança e previsibilidade à produção de etanol, tornando viável essa indústria (SARAVANAN PUGAZHENDHI, MATHIMANI, 2020, p. 3-5). Além disso, o trabalho do Instituto de Tecnologia e Aeronáutica e da Petrobras, na criação de motores de carros que aceitassem gasolina misturada ao álcool e na regulação do petróleo contribuíram, respectivamente, contribuíram para o consumo progressivo dos biocombustíveis (Ibid., 2020, p. 3-5).

Entretanto, mudanças no panorama político e econômico global teriam novos efeitos sobre a indústria de biocombustíveis brasileira. Em 1973, a alta dos preços do petróleo (primeiro choque do petróleo) levou o governo a impor um mandato de mistura de 10% de etanol ao

petróleo, para reduzir impactos à balança de pagamentos (DE ALMEIDA MAGALHÃES, KUPERMAN, CRIVANO MACHADO, 1991). Entretanto, problemas surgiram quanto à efetividade na implementação dessa medida, tendo em vista o controle precário das misturas e da qualidade do etanol em si (SILVA, FISCHETTI, 2008). Além disso, as políticas vigentes não refletiam o enfraquecimento da produção etanol no Nordeste e o fortalecimento no Sudeste (principalmente São Paulo), acompanhando a produção de açúcar na região (STATTMAN, HOSPES, MOL, 2013, p. 25).

Em outras palavras, a crise internacional relacionada ao petróleo ressaltou a dependência do Brasil por combustíveis fósseis estrangeiros, os riscos associados a isso, e a necessidade de reforma das políticas nacionais relacionadas a biocombustíveis como medida para contribuir com a soberania energética do país. O resultado foi a implementação, em 1975, do Programa Nacional do Álcool, ou o proálcool, que buscou impulsionar a indústria do etanol impondo mandato de 10% de mistura etanol anidro¹¹ à gasolina, e inaugurando a comercialização de etanol hidratado¹² (SARAVANAN PUGAZHENDHI, MATHIMANI, 2020, p. 3-5; BRASIL, 1975). Não muito tempo depois, outro acontecimento de dimensões internacionais afetaria a indústria de biocombustíveis. A partir do segundo choque do petróleo, em 1979, as fabricantes de automóveis encontraram condições propícias para a produção e venda de veículos movidos a etanol hidratado (Ibid, 2020, p. 3-5), e o governo, via Decreto n. 83.700, reformulou o proálcool para incentivar essas vendas (BRASIL, 1979), com bons resultados (STATTMAN, HOSPES, MOL, 2013, p. 26).

Entretanto, com o fim da ditadura militar, surgiram desavenças quanto ao proálcool. Enquanto os produtores do Nordeste eram favoráveis à sua continuação, os produtores de São Paulo queriam aboli-lo (Ibid. p. 26). Ademais, as condições internacionais favoráveis à indústria do etanol e dos carros movidos a álcool mudariam a partir de 1985, com alta nos preços do açúcar e, conseqüentemente, no preço do etanol (SARAVANAN et. al, 2020, p.3-5). O aumento no preço do etanol reduziu o consumo de biocombustíveis no país, assim como a compra de veículos movidos a etanol hidratado. Assim, o cenário dos biocombustíveis no Brasil permaneceria não muito favorável até 2003, com o estabelecimento de novas políticas, em

¹¹ Variante do etanol com baixo teor de água, própria para mistura na gasolina.

¹² Variante do etanol utilizada como combustível com maior teor aquoso, destinada ao uso como combustível sem que seja misturada à gasolina. Sua composição costuma ser mais de 95% de etanol e o resto de água.

resposta a mudanças no cenário internacional e inovações tecnológicas (Ibid., p. 3-5; MATELLI, 2024, p. 218).

Por volta desse período, as fabricantes de automóveis aperfeiçoaram as tecnologias para produção de motores flex-fuel (que funcionam com gasolina misturada a etanol e com etanol hidratado), popularizando sua venda (MATELLI, 2024, p. 219; STATTMAN, HOSPES, MOL, 2013, p. 26-27). Antes disso, consumidores precisavam escolher entre veículos com motor a base de gasolina ou aqueles movidos exclusivamente a etanol, o que reduzia a competitividade dos biocombustíveis mesmo com subsídios governamentais, mas com a venda de veículos flex-fuel, a indústria de biocombustíveis pode ser revitalizada (SARAVANAN PUGAZHENDHI, MATHIMANI, 2020, p. 3-5). Concomitantemente, novas elevações no preço do petróleo entre 2003-2008 favoreceram o consumo de biocombustíveis, que continua forte internamente. A lei para o “Combustível do Futuro” (Lei 14.993, sancionada em outubro de 2024) determina uma taxa de mistura de etanol à gasolina entre o intervalo de 22% a 35%, conforme decisão do CNPE (MATELLI, 2024, p. 2019).

Entretanto, o etanol não é o único biocombustível produzido pelo governo brasileiro. Apesar do maior volume da produção de etanol, o governo brasileiro também tentou incentivar a produção de biodiesel, em experiências mais ou menos bem-sucedidas. Em 2002, o Ministério da Ciência e Tecnologia inaugurou o Programa de Substituição de Diesel, que fomentava a produção de biodiesel a partir da soja, simultaneamente aumentando a participação do Centro-Oeste e do Sul (centros principais de produção de soja) na economia dos biocombustíveis (STATTMAN, HOSPES, MOL, 2013, p. 27). Posteriormente, em 2004, o governo lançou o Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB), com o objetivo de aumentar a participação do biodiesel na matriz energética e fomentar o desenvolvimento regional e a inclusão social, a partir da elaboração da elaboração de um arcabouço legal para melhor regular a produção e o comércio de biodiesel, e da criação de iniciativas que conectassem a agricultura familiar à produção de biodiesel¹³.

No âmbito do PNPB, também conhecido como “prodiesel”, a Lei 11.097/2005 estabeleceu metas progressivas para os mandatos de mistura de biodiesel ao diesel comum,

¹³ Para mais informações do governo, ver: <https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/secretarias/petroleo-gas-natural-e-biocombustiveis/biodiesel/pnpb>.

inicialmente com mandato de 2% até 2008 e 5% até 2013 (MATELLI, 2024, p. 218). Por outro lado, falhou na promoção do desenvolvimento regional e da inclusão social, e em sua proposta de aproveitar-se de diferentes cultivos para abastecer essa indústria. Diferentemente da produção de etanol que, no Brasil, tinha como matéria-prima praticamente só o açúcar¹⁴, o PNPB tinha a intenção de viabilizar a produção de biodiesel a partir de diferentes artigos, como soja, jathropa, mamona e outros cultivos nativos (SARAVANAN PUGAZHENDHI, MATHIMANI, 2020, p. 3-5). Contudo, a falta de apoio governamental para cultivos que não a soja dificultou inviabilizou sua inclusão comercial em larga escala na cadeia de produção de biodiesel (Ibid., p. 3-5). Mais recentemente, a Resolução n. 8 (2023) do CNPE determinou uma taxa de 14% de adição de biodiesel ao diesel, a partir de abril de 2024, com o período de 1 ano para chegar a 15% (MATELLI, 2024, p. 218). Posteriormente a lei “Combustível do Futuro” determinou o aumento de 1% ao ano nessa taxa, chegando a 20% até 2030 (Ibid., p. 219).

Em suma, a política interna do Brasil em relação aos biocombustíveis ao longo dos anos demonstra experiências de sucesso na criação e promoção dessa indústria, em resposta a condições favoráveis do mercado (preços estáveis ou baixos de açúcar, preços estáveis ou altos de petróleo) (SARAVANAN PUGAZHENDHI, MATHIMANI, 2020, p. 3-5). Entretanto, as expectativas do governo brasileiro de que os biocombustíveis alavancariam o desenvolvimento regional, em diferentes períodos e regiões, não foram respaldadas pela experiência histórica, que confere indícios de que as iniciativas governamentais implementadas não foram suficientes para incorporar efetivamente o setor da agricultura familiar à essa indústria (Ibid., p. 3-5). Além disso, o panorama brasileiro evidencia que o sucesso da indústria dos biocombustíveis dependeu bastante dos subsídios e programas de apoio do governo, principalmente em seus estágios iniciais de formação.

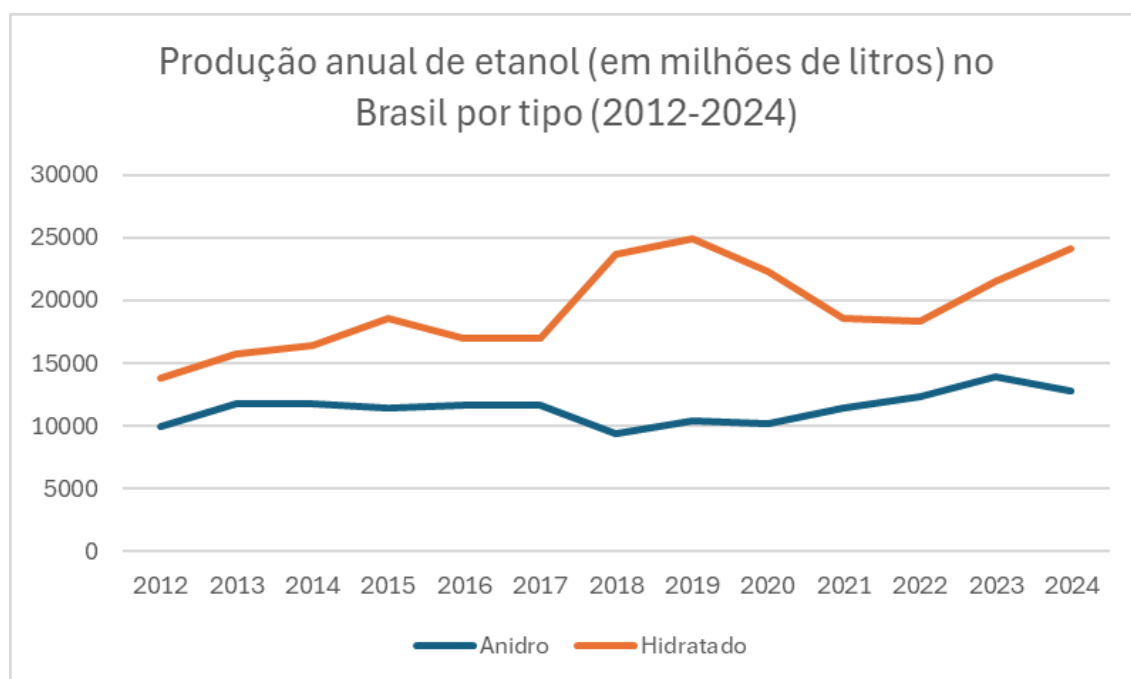
Ainda assim, é preciso reconhecer que a experiência brasileira foi, em diversos sentidos, inovadora, e que o governo continua tentando aprimorar as políticas de biocombustíveis, embora os desafios permaneçam. A criação do “RenovaBio” pela Lei 13.576 de 2017, por exemplo, estabelece um mercado de Créditos de Descarbonização (CBIOS) no setor de biocombustíveis, equivalentes a cada tonelada de CO₂ que deixou de ser emitida por causa dos

¹⁴ Mais recentemente, o etanol produzido a partir do milho têm ajudado a abastecer o mercado interno, crescendo em números recordes. Ver: <https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/noticias/participacao-do-etanol-de-milho-cresce-e-ganha-protagonismo-no-setor-energetico-brasileiro>. (MME, 2025).

biocombustíveis (MATELLI, 2024, p. 219). Essa política, inclusive, acaba estimulando a adoção de práticas e tecnologias que deixem a própria cadeia produtiva de biocombustíveis mais “descarbonizada”, assim demonstrando que o Brasil continua a aprimorar sua legislação frente aos novos desafios relacionados à sustentabilidade no setor da bioenergia. Por outro lado, críticas às políticas brasileiras para os biocombustíveis destacam seus impactos ambientais a partir de e a falta de iniciativas capazes de promover transformação e justiça social para comunidades rurais tradicionais ou pobres (BASTOS LIMA, 2022, p. 3-4).

A imagem 2 ajuda a visualizar os efeitos das políticas públicas sobre o etanol. A produção de etanol hidratado cresceu bastante entre 2012 e 2024, apesar de um período de baixa a partir de 2020, decorrente da pandemia. Já a produção de etanol anidro, misturado à gasolina conforme determinado nos mandatos de mistura, se manteve relativamente estável. Esses dados refletem os incentivos das políticas públicas à produção e à utilização de etanol hidratado em veículos *flex-fuel*, bem como a estabilidade nos mandatos de mistura entre 2012 e 2024.

Imagem 2. Produção anual de etanol no Brasil (em milhões de litros) por tipo (Anidro ou hidratado) (2012-2024)¹⁵



¹⁵ Dados retirados de: <https://www.gov.br/anp/pt-br/centrais-de-conteudo/dados-abertos/producao-de-biocombustiveis>. Os dados originalmente estavam em metros cúbicos, mas foram convertidos para milhões de litros.

4.2 Política externa:

Mas as ambições do Brasil em relação aos biocombustíveis não se limitam ao mercado interno. Conforme explicitado na seção anterior, o desenvolvimento de biocombustíveis no Brasil esteve bastante associado a prerrogativas de substituição de importações de petróleo (problemáticas caso aumentassem os preços), garantia da segurança energética (a partir do fornecimento estável de uma fonte de energia produzida nacionalmente) e desenvolvimento regional (geração de novos empregos e fluxos de renda em áreas rurais pela indústria de biocombustíveis). Entretanto, tendo em vista as vantagens comparativas e o estágio avançado da produção de biocombustíveis no Brasil, atores públicos e privados tentam promover as exportações brasileiras de biocombustíveis (MEDEIROS, FROIO, 2012). Além disso, com o aumento da importância das discussões sobre o meio-ambiente, o reforço do papel dos biocombustíveis na garantia de uma matriz energética mais limpa e também fez parte da retórica brasileira (DALGAARD, 2017. p. 326, 334).

Nesse contexto, o período de 2003-2010 (governo Lula) marca o “ápice” da “diplomacia do etanol”, segundo a qual o Brasil buscou promover os biocombustíveis internacionalmente, e utilizar sua “expertise” técnica na área para ganho político (DUARTE, 2023; AFIONIS et al., 2016). A diplomacia do etanol se caracterizou por estratégias de cooperação técnica, além do estímulo ao investimento privado, entre entidades brasileiras e de outros países, principalmente do Sul global, com a ideia de difundir conhecimento técnico e tecnologias capazes de impulsionar a produção de biocombustíveis no exterior, (AFIONIS et al., 2016 p. 128). A ideia era aumentar a produção internacional de biocombustíveis e, consequentemente, a demanda, criando assim um forte mercado para essa commodity, no qual as exportações de etanol brasileiras teriam destaque (DALGAARD, 2017, p. 324-325).

Com esses objetivos, o Brasil firmou acordos de cooperação com diversos países do “Sul global”, principalmente na África e na América Latina e Caribe, mas também com países do “Norte Global” (FEITOSA, MAZZARELLA, DO NASCIMENTO, 2022, p. 6-7). De modo geral, esses acordos, principalmente na forma de memorandos de entendimento (MdE), compõem o arcabouço legal por meio do qual o Brasil poderia exercer seu projeto de

transferência de técnicas e tecnologias, objetivando a criação de um mercado internacional de biocombustíveis, a partir do qual o Brasil teria papel proeminente como fornecedor e poderia exercer influência sobre outros países (Ibid., p. 6-12; DALGAARD, 2017, p. 324-327). Considerando-se que diversos países do Sul Global enfrentam problemas de garantia de segurança energética e buscam desenvolver zonas rurais, bem como o fato de que vários deles dispõem de relativa abundância de terras, o investimento em biocombustíveis parecia ideal. Entretanto, a estratégia brasileira parece ter tido impacto limitado, conforme demonstram os dados sobre produção de biocombustíveis, ainda concentrada em poucos países (DALGAARD, 2017, p. 334-335; e ver tabela 1)

Existe mais de uma razão pela qual a diplomacia do etanol não teve o efeito desejado. Em primeiro lugar, é possível que a dificuldade de estabelecimento de uma governança global consolidada para a criação de padrões mais definitivos de produção, venda e garantia de sustentabilidade de biocombustíveis, fruto das divergências entre países interessados na indústria da bioenergia e/ou em indústrias competidoras (LIMA, GUPTA, 2013; SANDERINK, 2020), tenha dificultado as ambições brasileiras. Nesse sentido, não se poderia deixar de mencionar os embates entre o Brasil e a União Europeia pela governança dos biocombustíveis e sobre seu papel na transição energética. Enquanto o Brasil defende uma participação maior dos biocombustíveis na transição energética, a União Europeia nas últimas 2 décadas impõe barreiras à exportação de biocombustíveis brasileiros, ao alegar que a produção destes pode afetar os preços de alimentos no mercado internacional (debate “food vs fuel”), assim gerando crises, e que os biocombustíveis brasileiros não atendem aos critérios de sustentabilidade da legislação europeia (AFIONIS; STRINGER, 2020, p. 4-5).

Além disso, porém, é provável que a própria estratégia bilateral de cooperação brasileira, focada em assistência técnica - sem tantos recursos para financiar a criação de infraestrutura para produção de biocombustíveis no exterior - somada a instabilidades políticas internas dos recipientes e à regulamentação complexa dos biocombustíveis, tenha sido determinante para os resultados da política externa brasileira de biocombustíveis (AFIONIS et al., 2016, p. 138-139). Uma das grandes dificuldades da cooperação internacional é a canalização de recursos para implementação de projetos. No caso dos países em desenvolvimento, esse problema é ainda mais evidente, já que inaugurar indústrias leva bastante tempo e dinheiro, e pode ser um investimento arriscado. Consequentemente, caso o projeto de

cooperação não consiga atrair o interesse de investidores, ou não conte com financiamento direto das partes, provavelmente fracassará. No caso dos países africanos em que o Brasil tentou impulsionar os biocombustíveis, por exemplo, as questões de falta de infraestrutura, financiamento e estabilidade política limitaram o sucesso dos projetos, o que ajuda a explicar o impacto limitado das iniciativas de cooperação brasileiras (Ibid., p. 138-139).

Ademais, críticas à diplomacia do etanol ressaltam que mesmo países em que empresas privadas de biocombustíveis se instalaram, não necessariamente houve promoção de um desenvolvimento socialmente inclusivo (FULQUET; PELFINI, 2015). Assim como no Brasil, a ideia de que a disseminação de uma indústria de biocombustíveis ajudaria a “desenvolver” zonas rurais pela geração de novos empregos e fluxos econômicos compôs a retórica brasileira da diplomacia do etanol (Ibid., p. 121-122). Na prática, porém, o modelo empregado por empresas brasileiras instaladas em países africanos, por exemplo, gerou assimetrias e abriu pouco espaço para envolvimento de atores locais, de modo que seu sucesso na promoção de desenvolvimento socialmente inclusivo é questionável (Ibid., 127-128).

Também é notável, segundo a literatura, o declínio da diplomacia do etanol, em consequência dos efeitos da crise de 2008 sobre os preços das commodities, da eventual mudança de foco do próprio governo Lula de biocombustíveis para exploração e exportação do petróleo no pré-sal e do maior desinteresse de governos subsequentes por essa agenda (AFIONIS et al., 2016, p. 139-140; DUARTE, 2023, p. 9-10, 18-19). A crise de 2008 (e seus efeitos posteriores em 2011) reduziu a demanda global por biocombustíveis, piorando ainda mais um cenário assolado pelas dificuldades regulatórias supramencionadas (FEITOSA, MAZZARELLA, DO NASCIMENTO, 2022, p. 14-17). Nesse sentido, o governo brasileiro passou a apostar mais no petróleo, fonte de energia consolidada e com demanda estável (DUARTE, 2023, p. 9).

Os governos seguintes (Dilma, Temer e Bolsonaro) chegaram a firmar novos acordos de cooperação em bioenergia, ou energia renovável (incluindo bioenergia), mas não foram tão assíduos nessa prática quanto o governo Lula (DUARTE, 2023, p. 9-10, 18-19). Entretanto, exemplos como a criação da “Plataforma para o Biofuturo”, em 2016, iniciativa multilateral proposta pelo Brasil para cooperação e coordenação de políticas na área de bioenergia (Ibid., p. 8-10), demonstram que o tema não saiu completamente da agenda brasileira.

Por outro lado, é preciso mencionar a experiência proveniente da atuação de outros agentes, públicos e privados, que atuam em conjunto com o governo, para compor ou viabilizar a política externa nacional. A cooperação entre o Brasil e países africanos no setor agrícola, em grande parte, se deve ao trabalho da Agência Brasileira de Cooperação e da EMBRAPA, que coordenam eventos e projetos de capacitação e transferência tecnológica, com vistas a um desenvolvimento associado à autonomia (FULQUET, PELFINI, 2015, p. 125). Além disso, a partir de 2008, com a ajuda da diplomacia brasileira e financiamento do BNDES, a iniciativa privada passou a firmar “joint-ventures” com empresas africanas para produção de biocombustíveis: a Odebrecht, por exemplo, participou na construção de refinarias de produção de bioetanol em Gana e em Angola (inclusive possui 40% das ações da refinaria angolana), cooperando com empresas de cada um desses países (Ibid., p. 127). Já em 2011, a Petrobras Biocombustíveis, em parceria com uma empresa chamada Guaraní, iniciou projetos para construção de uma refinaria de bioetanol em Moçambique (Ibid., p. 127).

Esses projetos, em teoria, buscavam aumentar a disponibilidade energética local, fomentar o desenvolvimento econômico em comunidades rurais ao incorporá-las nessa economia e contribuir para a balança comercial com exportações de biocombustíveis (FULQUET; PELFINI, 2015, p. 122). Contudo, esses projetos podem ser enquadrados em um fenômeno mais amplo de investimentos e aquisição de terras para produção agrária na África por entidades públicas ou privadas de países do Sul global, que frequentemente gera problemas (FULQUET; PELFINI, 2015, p. 123; IPES-Food, 2024, p. 34). Os acordos de aquisição, exploração ou cultivo de grandes quantidades de terra “improdutiva” podem culminar no deslocamento forçado de populações tradicionais ou marginalizadas locais, enquanto o modelo de monocultura implementado pelas empresas estrangeiras deixa pouca margem para inclusão de agricultores familiares e gera poucos benefícios para entidades locais (IPES-Food, 2024, p. 45-46; HULES, SINGH, 2017, p. 343-344). Por outro lado, a quantidade de projetos impulsionados pelo setor privado brasileiro na África especificamente direcionada ao mercado de biocombustíveis parece ainda limitada, de modo que há de se questionar a real magnitude de seus impactos positivos e negativos.

É possível, porém, que os biocombustíveis estejam voltando a ganhar força nas ações da política externa brasileira. Percebe-se aumento considerável do número de atos relacionados a biocombustíveis ou à bioenergia a partir do início do terceiro mandato do presidente Luiz

Inácio Lula da Silva: 7 dos 13 atos assinados entre 2015 e 2024 foram celebrados durante o terceiro mandato do atual presidente¹⁶ (ver tabela 2). Ainda assim, não é possível afirmar categoricamente que os biocombustíveis voltaram a ser tão relevantes para a agenda do Itamaraty e de outros agentes quanto foram no auge da diplomacia do etanol. A celebração de atos bilaterais é apenas um tipo de iniciativa, que não abrange a totalidade dos esforços da diplomacia brasileira, ou dos empreendimentos privados. Ademais, tendo em vista as experiências passadas do Brasil na promoção de biocombustíveis, grande parte das barreiras à cooperação (falta de consenso regulatório e governança fragmentada; falta de recursos financeiros em países em desenvolvimento, etc.) permanece, de modo que se faz necessário pensar em novas estratégias.

Tabela 2: Atos relacionados a biocombustíveis ou bioenergia assinados pelo Brasil desde 2015¹⁷

Título	Signatário brasileiro	País	Data de Celebração
Plano de Ação Conjunta entre o Governo da República Federativa do Brasil e o Governo da República Popular da China 2015-2021	Dilma Rousseff , Presidenta da República	China	19/05/2015
Memorando de Entendimento entre a República Federativa do Brasil e a República de Moçambique sobre a Cooperação na Área de Energias Renováveis	Mauro Vieira , Ministro das Relações Exteriores	Moçambique	30/03/2015
Memorando de Entendimento para a Promoção de Investimentos entre o Governo da República Federativa do Brasil e o Governo da República de Moçambique	Mauro Vieira , Ministro das Relações Exteriores	Moçambique	30/03/2015
Declaração Conjunta da República Federativa do Brasil e da Federação da Rússia sobre Diálogo Estratégico em Política Externa	Michel Temer , Presidente da República	Rússia	21/06/2017
Memorando de entendimento entre a República Federativa do Brasil e a República Argentina sobre	Ernesto Araújo , Ministro das Relações Exteriores	Argentina	06/06/2019

¹⁶ Embora uma quantidade muito maior de memorandos tenha sido assinada nos primeiros dois mandatos do governo Lula (FEITOSA, MAZZARELLA, DO NASCIMENTO, 2022, p. 7-8),.

¹⁷ Fonte: Portal concórdia Itamaraty (Disponível em: <https://concordia.itamaraty.gov.br/>). O mecanismo de “busca avançada” foi utilizado para formular a tabela, com os seguintes filtros preenchidos da seguinte forma: Em “Texto do Acordo”, as palavras-chave selecionadas para a busca foram “Biocombustíveis OU Bioenergia”; em “Vigência do Acordo”, foi selecionada a opção “Em vigor”; Em “Tipo de Acordo”, foram selecionadas as opções “bilateral”, “trilateral” e “multilateral”; e em “Data” delimitou-se a busca a acordos celebrados entre 01/01/2015 e 31/12/2024.

cooperação na área de bioenergia, incluindo biocombustíveis			
Memorando de Entendimento entre a República Federativa do Brasil e a República da Índia sobre cooperação em bioenergia	Ernesto Araújo/ Bento Albuquerque , Ministro de Estado das Relações Exteriores/ Ministro de Estado de Minas e Energia	Índia	25/01/2020
Declaração Conjunta por ocasião da visita oficial à República Argentina do Presidente da República Federativa do Brasil, Luiz Inácio Lula da Silva	Luiz Inácio Lula da Silva , Presidente da República Federativa do Brasil	Argentina	23/01/2023
Plano de Ação revitalizado para a implementação da Declaração sobre a Parceria Estratégica entre a República Federativa do Brasil e a República da Indonésia (2023 - 2026)	Mauro Vieira , Ministro de Estado das Relações Exteriores	Indonésia	09/10/2023
Novo Plano de Ação da Parceria Estratégica Brasil-França	Signatário (Brasil) Luiz Inácio Lula da Silva , Presidente da República Federativa do Brasil	França	28/03/2024
Ata Final da VII Sessão da Comissão Mista Brasil-África do Sul	Mauro Vieira , Ministro de Estado das Relações Exteriores do Brasil	África do Sul	23/04/2024
Declaração Conjunta dos Presidentes da República Federativa do Brasil, Luiz Inácio Lula da Silva, e da República do Chile, Gabriel Boric Font	Mauro Vieira , Ministro das Relações Exteriores*	Chile	05/08/2024
Memorando de Entendimento sobre Cooperação em Bioeconomia entre o Ministério das Relações Exteriores da República Federativa do Brasil e a Comissão Nacional de Desenvolvimento e Reforma da República Popular da China	Signatário (Brasil) Mauro Vieira , Ministro das Relações Exteriores	China	20/11/2024
Declaração Conjunta entre Brasil e Vietnã sobre a Elevação das Relações Bilaterais a Parceria Estratégica	Signatário (Brasil) Luiz Inácio Lula da Silva , Presidente da República Federativa do Brasil	Vietnã	17/11/2024

5. ÍNDIA E BIOCOMBUSTÍVEIS: POLÍTICA INTERNA E EXTERNA

5.1 Política interna:

A Índia continua dependente da utilização de combustíveis fósseis tradicionais, conforme evidencia sua matriz energética composta por 46,4% de carvão e derivados, 24,7%

de petróleo e derivados e 5,4% gás natural¹⁸. Apesar disso, nos últimos anos, a Índia atingiu o posto de terceiro maior produtor e consumidor de etanol do mundo, produzindo milhões de litros de etanol anualmente (IEA, 2023a, p. 21; e ver imagem 3) e o governo continua a impulsionar essa indústria, estabelecendo metas ambiciosas para os mandatos de mistura, dentre outras medidas. Esses fatos demonstram o sucesso recente das políticas de incentivo à produção de biocombustíveis implementadas pelo governo indiano, que soube aproveitar os excedentes de cana-de-açúcar produzidos no país, para viabilizar um projeto de redução da dependência de combustíveis fósseis. Ainda assim, o desenvolvimento dessa indústria não ocorreu sem problemas.

O primeiro marco importante em se tratando de políticas públicas relacionadas a biocombustíveis na Índia, porém, foi o “Power Alcohol Act”, de 1948, que determinava um mandato de mistura de 20% de “power alcohol”¹⁹ à gasolina, mas que nunca foi de fato implementado por causa das dificuldades de fornecimento de etanol suficiente para atingir a meta (SARAVANAN et al., 2018, p. 739-744). Depois disso, o governo indiano demoraria bastante para atualizar sua legislação de biocombustíveis. No ano de 2000, foi finalmente revogado o Power Alcohol Act, dando início a um novo período de regulação governamental em prol da indústria dos biocombustíveis.

Entretanto, as tentativas de promoção dos biocombustíveis pelo governo indiano no começo do século não seriam tão bem-sucedidas. A partir de 2002, o Ministério do Petróleo implementou o “Ethanol Blending Programme” (EBP), definindo mandatos de mistura de 5% de etanol à gasolina em regiões com grande produção de açúcar (9 Estados e 4 Territórios da União), mas novamente problemas de fornecimento de etanol surgiram (SARAVANAN PUGAZHENDHI, MATHIMANI, 2020, p. 6-8). Consequentemente, no ano seguinte o governo tornou os mandatos de mistura opcionais (Ibid., 2020, p. 6-8). Em 2007, a Índia mais uma vez tentou reviver o programa, desta vez determinando que os mandatos de mistura fossem adotados em escala nacional, com algumas exceções, mas logo enfrentou os mesmos problemas

¹⁸ Fonte: <https://www.iea.org/countries/india/energy-mix>. Consultado em: 21/10/2025.

¹⁹ Definido no documento da seguinte forma: “power alcohol” means ethyl alcohol containing not less than 99.5 per cent. by volume of ethanol measured at sixty degrees Fahrenheit corresponding to 74. 4 over proof strength.” (Fonte: <https://indiakanoon.org/doc/1603427/>)

de fornecimento devido à escassez de matéria-prima, preços inconsistentes do etanol e atrasos na obtenção do etanol (Ibid., 2020, p. 6-8).

Complementarmente ao EBP, também em 2003 foi estabelecida a “National Biodiesel Mission”, sob uma prerrogativa similar às das iniciativas brasileiras em torno do biodiesel, de que o estabelecimento de uma economia forte de biodiesel poderia engendrar novos empregos entre a comunidade rural, além de ajudar na redução de emissões (Ibid, 2020, p. 6-8; SARAVANAN et al., 2018, p. 739-744). Nesse sentido, a missão estabeleceu uma meta de mistura de 5% de biodiesel com diesel em 2007, que seria gradualmente aumentada a 20% até o ano de 2011, bem como fomentou o plantio de plantas do gênero jatrofa em “Wastelands”²⁰, para abastecer a produção de biodiesel e incluir a população rural nesse tipo de atividade (SARAVANAN PUGAZHENDHI, MATHIMANI, 2020, p. 6-8). O governo indiano também implementou uma política de compra de biodiesel a preços fixos, a partir de 2006, para garantir que seria incorporado ao diesel pelas empresas a cargo da produção de combustíveis. Infelizmente, o preço de produção de biodiesel ultrapassava em muito o preço anunciado, tornando inviável a aplicação dessa política (Ibid., 2020, p. 6-8).

Frente a esse cenário, o governo indiano foi obrigado a reformular suas políticas. O potencial da Índia para produção de biocombustíveis era claro, mas persistiam os descompassos entre as metas estabelecidas pelo governo e a real capacidade produtiva, infraestrutura e fornecimento de biocombustíveis. Sendo assim, em 2008 foi implementada a “política nacional de biocombustíveis”, que expandiu o número de estratégias para atingir a meta de 20% de misturas de etanol e biodiesel, até o ano de 2017 (DAS, 2020, p. 4-7). Essa política facilitou drasticamente o investimento estrangeiro direto no setor de biocombustíveis, aumentou a lista de cultivos e espécies de plantas utilizadas como matéria-prima na produção de biocombustíveis e facilitou a circulação destes pelas fronteiras entre estados e territórios indianos (SARAVANAN PUGAZHENDHI, MATHIMANI, 2020, p. 6-8).

²⁰ A utilização de “Wastelands” para o cultivo de matéria-prima de biocombustíveis é um assunto complexo. Embora a etimologia do termo pareça remeter a terras degradadas, sem utilização produtiva, ou não muito populosas, alguns pesquisadores e instituições argumentam que essa categorização na verdade desconsidera modos de utilização de terra tradicionais, ou a agricultura em menor escala, assim sendo utilizada para justificar a transferência de terras para a monocultura em larga escala, em detrimento das populações locais. (BAKA, 2014)

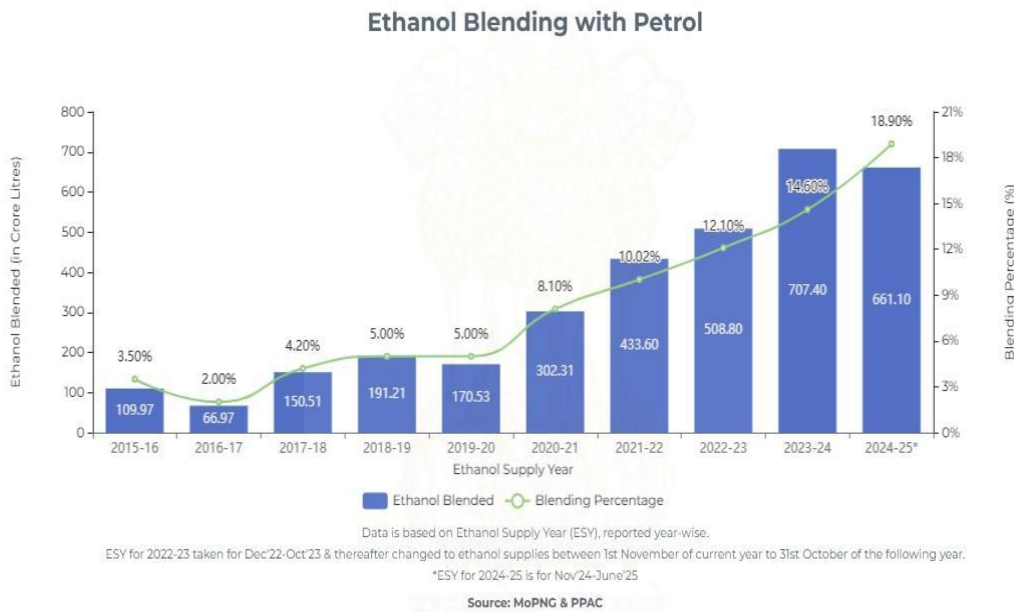
Já em 2018, o governo indiano lançou uma nova política de biocombustíveis, ainda em vigor. As novas metas para misturas de biocombustíveis foram de 20% de etanol na gasolina e 5% de biodiesel no diesel, até 2030 (IEA, 2023a, p. 21-25). Em 2022, porém, uma emenda à lei de 2018 adiantou a meta de mistura para etanol para o período de 2025-26 (IEA, 2023a, p. 21-25), demonstrando os interesses do governo por uma adoção rápida dessas políticas. Para atingir essas metas, o governo manteve os incentivos ao investimento estrangeiro direto, desde que os biocombustíveis produzidos sejam destinados ao consumo interno, e concedeu incentivos diversos aos produtores internos, como redução de impostos, subsídios à produção, etc (SARAVANAN PUGAZHENDHI, MATHIMANI, 2020, p. 6-8). A política também estabelece programas de financiamento com condições claras para as refinarias de biocombustíveis e flexibiliza os sistemas de precificação de biocombustíveis, de forma coerente com as diferentes condições de produção no país (Ibid., 2020, p. 6-8). Outro aspecto interessante dessa política é o estabelecimento de comitês estaduais para a supervisão da implementação das medidas em favor dos biocombustíveis em cada estado da Índia.

A imagem 3 ilustra os avanços na produção de etanol na Índia após 2018, quando foi inaugurada a mais recente política nacional de biocombustíveis (atualizada em 2022). Antes de 2018, os percentuais de mistura eram de 5% ou menos, demonstrando assim a insuficiência das políticas públicas anteriores na promoção dos biocombustíveis. Após 2018, porém, tanto o volume quanto a porcentagem de etanol misturado à gasolina aumentaram em ritmo surpreendente, atingindo um ápice de 18,9% de etanol misturado à gasolina no período de novembro de 2024 a junho de 2025. Em outras palavras, pelo menos do ponto de vista da implementação de mandatos de mistura, as políticas de 2018 elevaram a produção de etanol na Índia a um novo patamar.

Apesar do sucesso no aumento da implementação de mandatos de mistura de etanol (Imagem 3), desafios persistem. Uma grande preocupação relacionada às políticas de fomento aos biocombustíveis é a concentração de terras (IPES-Food, 2024, p. 17). As políticas do governo indiano, ao facilitarem a aquisição de grandes quantidades de terra “improdutiva” para empresas nacionais ou estrangeiras, acabam por vezes provocando o deslocamento forçado de populações e desconsiderando formas de uso mais tradicionais da terra (BAKA, 2014; IPES-Food, 2024, p. 22). Alguns estudos argumentam, inclusive, que as formas tradicionais de manejo e cultivo da terra podem ser mais eficientes do que o modelo de grandes latifúndios

(BAKA, 2014; IPES-Food, 2024, p. 22). Sendo assim, é necessário que o governo indiano busque incrementar suas políticas, tornando-as mais inclusivas de fato e buscando conciliar a utilização tradicional da terra às grandes propriedades.

Imagem 3. Volume da produção de etanol misturado à gasolina (em “crore” litros²¹) e porcentagem atingida dos mandatos de mistura na Índia, por ano econômico, entre 2015 e junho de 2025.



Copyright © 2025, India's Climate and Energy Dashboard

The information on this platform is mainly taken from official sources. However, in some cases, a few assumptions have been made and some data derived or assumed and is given in the detailed. While we believe that the data is reliable and adequately comprehensive, India's Climate and Energy Dashboard does not take guarantee that such information is in all respects accurate. India's Climate and Energy Dashboard does not accept any liability for any consequences resulting from the use of this data.

<https://iced.niti.gov.in>

5.2 Política externa:

No plano internacional, a agenda de política externa do governo indiano não descarta a cooperação e a diplomacia energética, estabelecendo relações que vão da compra de petróleo russo frente a sanções internacionais à cooperação em energia limpa, não se restringindo a um

²¹ “Crore” é uma unidade de medida indiana que equivale a 10.000.000 (10 milhões). Fonte: <https://iced.niti.gov.in/energy/fuel-sources/others/bio-energy/bio-fuel>. Consultado em junho de 2025.

único setor (URBAN et al., 2015; SAKLANI et al., 2020; CHIA, 2025). Tendo em vista o desenvolvimento tecnológico na Índia e as crescentes necessidades energéticas do país, a diplomacia indiana age internacionalmente para firmar parcerias que ajudem a assegurar recursos energéticos e benéficas para o desenvolvimento tecnológico no setor energético.

Nesse contexto, a Índia também já desenvolveu ações no plano internacional que se alinham com um potencial fortalecimento de suas capacidades bioenergéticas. Inicialmente, cabe destacar o papel do governo nesse processo: desde 2008, o “Ministry of New and Renewable Energy” (MNRE) indiano, um dos órgãos responsáveis pela regulação de biocombustíveis e bioenergia no país, firmou vários Memorandos de Entendimento (MdEs, ou MoUs, na sigla em inglês) bilaterais, que possibilitam a cooperação no setor de energias renováveis, geralmente incluindo a bioenergia e/ou os biocombustíveis, com outros países (ver tabela 3).

Esses memorandos de entendimento, pelo menos em teoria, criam marcos legais a partir dos quais os governos signatários podem compartilhar tecnologias, criar iniciativas conjuntas de pesquisa e implementação de tecnologias e políticas públicas, etc. sem assumir compromissos em demasia²². Entre 2008 e 2024, o MNRE assinou diversos memorandos sobre cooperação em energia renovável, com os mais diversos parceiros, o que dá indícios tanto da vontade indiana de aumentar sua presença política no plano internacional a partir da cooperação energética e da transferência ou obtenção de tecnologias, quanto dos interesses da Índia no aumento da capacidade de geração de energia renovável (MADAN, ref. 2006, p. 61-65), tendo em vista que a cooperação a partir dos MDEs pode culminar no desenvolvimento e obtenção

²² Cabe destacar, porém, que existem diferenças significativas entre os MdEs listados aqui, e os brasileiros, listados na tabela 2. Em primeiro lugar, a pesquisa no acervo do MRE brasileiro (na qual se baseou a tabela 2) mostrou a existência de MdEs focados no setor de biocombustíveis, ou bioenergia, e de outros atos correlatos. Outros Ministérios brasileiros também firmam MdEs sobre energia renovável, incluindo bioenergia, um deles inclusive foi citado na parte sobre PEB para biocombustíveis.

Em contrapartida, a busca no acervo de atos internacionais mantido pelo Ministry of External Affairs (MEA) pelas palavras-chave “bioenergy”; “biofuel” “bio-fuel” “biofuels” e “bio-fuels” (considerando diferentes grafias) não gerou resultados. Somente a palavra-chave “bio-energy” teve como retorno o MoU assinado com o Brasil, em 2020. Entretanto, o acervo indiano possui disclaimer, avisando que não se responsabilizam por eventuais omissões ou informações incompletas na base de dados, de modo que é difícil ter certeza sobre a existência de MdEs específicos para bioenergia por parte deste ministério. Por outro lado, o site do MNRE indiano contava com lista mais acessível e relevante ao tema, embora não seja visível disclaimer que garanta a vigência dos documentos listados.

de tecnologias de geração de energia mais avançadas pela Índia, incluindo a geração de bioenergia.

A assinatura desses MDEs também parece indicar que a Índia permanece consciente dos desafios que enfrentará nas próximas décadas, como a necessidade de redução de combustíveis fósseis em sua matriz energética e a deterioração de terras aráveis (IPES-Food, 2024, p. 15) e esgotamento de recursos hídricos em parte do país (RODELL; VELICOGNA; FAMIGLIETTI, 2009), em decorrência do aumento da temperatura provocado pelo aquecimento global e de práticas não sustentáveis (Ibid., 2009; IPES-Food, 2024, p. 15).

Por outro lado, a Índia permanece bastante dependente dos combustíveis fósseis, conforme dados da IEA²³, e a mera existência de marcos legais não necessariamente garante que serão aproveitados para uma cooperação benéfica. Nesse sentido, é preciso destacar que, apesar da existência desses MDEs, e das possibilidades de cooperação no setor de bioenergia e/ou biocombustíveis, a literatura acadêmica consultada não apresenta muitos indícios de que a Índia tenha ensaiado uma diplomacia energética focada em biocombustíveis, da forma como fez o Brasil.

Na verdade, talvez pelo próprio fato de a produção de biocombustíveis na Índia somente ter assumido uma grande escala nos últimos anos, a partir de um crescimento rápido (IEA, 2023a, p. 22), é que o país ainda não tenha tido tanto tempo para articular uma “diplomacia do etanol”, a seus próprios moldes. Consequentemente, é difícil analisar a política externa indiana para os biocombustíveis, ou para a bioenergia, levando em consideração marcos temporais, e mudanças de mandatos das lideranças indianas. Ainda assim, iniciativas protagonizadas pelo governo indiano, como a criação da Aliança Global pelos Biocombustíveis (TREBAT, 2025), da qual são membros diversos países, organizações internacionais e representantes do setor privado, indicam um possível aumento da proatividade da política externa indiana em relação à temática dos biocombustíveis.

²³ Fonte: <https://www.iea.org/countries/india/energy-mix>. Consultado em: 21/10/2025.

Tabela 3. Memorandos de Entendimento do Ministry of New and Renewable Energy da Índia sobre energia renovável.²⁴

Ato ²⁵	País parceiro	Signatário ²⁶	Ano
Memorandum of Understanding Between the Ministry of New and Renewable Energy of the Republic of India and the Ministry of Electricity and Water Authority of the Kingdom of Bahrain on Co-operation in the Field of Renewable Energy (Inclui bioenergia)	Bahrein	Smt. Sushma Swaraj, Minister of External Affairs (Índia)	15/07/2018
Memorandum of Understanding on India-Scotland Renewable Energy Cooperation Between the MNRE and the Government of Scotland (Menciona “Bio-energy including biofuels”)	Escócia	Deepak Gupta, Secretary for the MNRE	14/10/2009
Memorandum of Understanding on New and Renewable Energy Cooperation between the MNRE, Government of the Republic of India and Department of Resources, Energy and Tourism, Government of Australia	Austrália	Deepak Gupta, Secretary for the MNRE	05/02/2010
Memorandum of Understanding on Renewable Energy Cooperation between MNRE and Power Division, Ministry of Power, Energy and Mineral Resources, Government of People’s Republic of Bangladesh (Menciona working group de bio-energy)	Bangladesh	Assinatura ilegível	06/09/2011
Memorandum of Understanding on India-Belarus Renewable Energy Cooperation between MNRE, Government of the Republic of India and The State Committee on Science and Technology of the Republic of Belarus (Menciona Bio-energy)	Belarus	Gireesh B. Pradhan Secretary for the MNRE	14/11/2012
Agreement between the MNRE and The University of Saskatchewan, Canada on Indo-Canadian Renewable Energy Cooperation	Canadá (Universidade de Saskatchewan)	Gauri Singh Joint Secretary MNRE	28/03/2008
MoU on Cooperation in the Field of New and Renewable Energy between the MNRE and the National Energy Commission of the Republic of Chile	Chile	Assinatura ilegível	17/03/2009
MoU on Indo-Denmark Renewable Energy	Dinamarca	Gauri Singh, Joint	06/02/2008

²⁴ Retirado do site do Ministry of New and Renewable Energy indiano, em junho de 2025: <https://mnre.gov.in/en/document-category/bio-energy-international-relation/>.

²⁵ O texto de vários desses atos não mencionam diretamente biocombustíveis ou bioenergia, mas frequentemente utilizam termos genéricos que não restringem a cooperação a esses setores. Em caso de menção direta a esses termo, uma observação em negrito pode ser vista ao lado do nome dos atos.

²⁶ Em alguns dos atos, constava somente a rubrica do signatário, sem transcrição legível do nome. Nesses casos, a tablea foi preenchida com “Assinatura ilegível”

Cooperation between MNRE and the Ministry of Climate, Energy, Government of the Kingdom of Denmark		Secretary for the MNRE	
MoU on Renewable Energy Cooperation between the MNRE and the Ministry of Energy and Mines, Government of the Dominican Republic (Menciona Bio-mass energy)	República Dominicana	C. Rajasekhar Ambassador of India, pelo MNRE	17/02/2015
MoU on India-Egypt Renewable Energy Cooperation between the MNRE and the Ministry of Electricity and Energy of the Arab Republic of Egypt	Egito	Dr. Farooq Abdullah, Ministro de Energia nova e renovável da Índia	20/01/2011
MoU between the Federal Ministry for Economic Cooperation and Development of the Federal Republic of Germany and the MNRE of the Republic of India on Indo-German Cooperation regarding the Indo-German Solar Energy Partnership	Alemanha	Piyush Goyal, Ministro de Estado (Independent Charge) for Power, Coal and New and Renewable Energy	05/10/2015
MoU between NISE and Fraunhofer Institute Fur Solare Energiesysteme (ISE)	Alemanha	Mr. Ratan P. Watal, Secretary, on Behalf of the MNRE	11/04/2013
MoU between the MNRE of the Republic of India and the Ministry of Environment and Energy of Hellenic Republic (menciona Biomass/bio-energy)	República Helênica (Grécia)	Assinatura ilegível	27/11/2017
MoU between the MNRE of the Republic of India and the Ministry of Public Infrastructure of the Co-operative Republic of Guyana on Cooperation in the Field of Renewable Energy (menciona biomass/bio-energy)	Guiana	Assinatura Ilegível	30/01/2018
MoU on Indo-Icelandic Renewable Energy Cooperation between the MNRE of the Republic of Índia and the Ministry of the Republic of Iceland	Islândia	V. Subramanian, Secretary for the MNRE	09/10/2007
MoU between the MNRE of the Republic of India and the Ministry of Energy and Mineral Resources of the Republic of Indonesia	Indonésia	Gurjit Singh, Ambassador of India to Indonesia	02/11/2015
MoU on Cooperation in the Field of New and Renewable Energy between the MNRE of the Republic of India and the Ministry of Power of the Islamic Republic of Iran	Irã	Dr. Farooq Abdullah, Ministro de Energia nova e renovável da Índia	09/07/2010
MoU On Cooperation in the field of Energy Between The Ministry for the Environment of the Italian Republic and the MNRE of the Republic of India (menciona “energy from biomass”)	Itália	Ilegível	30/10/2017
MoU on Cooperation in the field of Energy Between the MNRE of the Republic of India and the Secretariat of Energy of the United Mexican States.	México	Shri Vilas Muttemwar, Ministro de Energia Nova e Renovável	17/04/2008
MoU between the MNRE of the Republic of India and	Portugal	Mr. Rajeev Kapoor,	06/01/2017

The Ministry of Economy of the Portuguese Republic on Renewable Energy		Secretary, MNRE	
MoU on India-Rwanda Renewable Energy Cooperation between the MNRE, Government of the Republic of India And Ministry of Infrastructure, Government of the Republic of Rwanda	Ruanda	Preneet Kaur Minister of State for External Affairs	15/02/2012
MoU on Renewable Energy Cooperation between the Government of the Republic of India and the Government of the Republic of Seychelles (Inclui biomass/bio-energy)	Seicheles	Navtej Sarna, Secretary Ministry of External Affairs	11/03/2015
MoU between the MNRE of the Republic of India and the Ministry of Industry, Tourism and Trade of the Kingdom of Spain in the Field of Renewable Energy (menção a biofuels)	Espanha	Ilegível	2009
MoU on India-Sweden Renewable Energy Cooperation between the MNRE, Government of the Republic of India AND the Ministry of Enterprise, Energy and Communications of Sweden	Suécia	Deepak Gupta Secretary, for the MNRE	19/04/2010
MoU between the MNRE, Government of India and the Ministry of Energy, Government of Thailand on Enhanced Cooperation in the Field of Renewable Energy (menciona “biogas and biomass”)	Tailândia	Mr. Vilas Muttemwar Minister of New and Renewable Energy	26/06/2007
General Framework Agreement Between The Ministry of New and Renewable Energy of the Republic of India and The Ministry of Foreign Affairs of the United Arab Emirates On Renewable Energy Cooperation	Emirados Árabes Unidos	Shri Upendra Tricathy, Secretary	11/02/2016
MoU between the MNRE of the Government of the Republic of India and The Ministry of Foreign Affairs, DECC of the United Arab Emirates (DECC) on Renewable Energy Cooperation	Emirados Árabes Unidos	Dr. Farooq Abdullah	18/01/2014
MoU between the Government of the Republic of India and the Government of the United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland on Co-operation in the Energy Sector	Reino Unido	Ilegível	11/11/2015
MoU on India-Uruguay Renewable Energy Cooperation between the MNRE, Government of Republic of India and the Government of Uruguay	Uruguai	Dr. Farooq Abdullah Minister of New and Renewable Energy	25/02/2011
Memorandum of Understanding BETWEEN The Government of the Republic of India AND The Government of the United States of America ON Cooperation in New and Renewable Energy to Facilitate Clean Energy Access	EUA	Não explicitado	27/09/2013
MoU between the Government of the Republic of India and the Government of the United States of	EUA	Upendra Tripathy Secretary	30/06/2015

America on Cooperation to Establish the Pacesetter Fund		MNRE	
MoU between MNRE of the Government of the Republic of India and Ministry of Energy, Mines and Sustainable Development of the Government of the Kingdom of Morocco on Co-operation in the Field of Renewable Energy (biomass/bio-energy)	Marrocos	Mr. RAJ KUMAR SINGH	10/04/2018
Memorandum of Understanding between National Institute of Solar Energy Ministry of New and Renewable Energy, Government of India, Block-14, CGO Complex, Lodhi Road, New Delhi-110003, INDIA 'NISE' and Commissariat a l'Energie Atomique et aux Energies Alternatives - The National Solar Energy Institute (INES), France 'CEA	França	Dr. Arun K. Tripathi Director General National Institute of Solar Energy (NISE)	10/03/2018
Agreement between the MNRE of the Republic of India and the Ministry of Energy and Mining of the Republic of Peru on Cooperation in New and Renewable Energy (menciona bioenergia)	Peru	Ilegível	11/05/2018
MoU between the MNRE of the Government of the Republic of India and the Ministry of Energy and Water Resources of the Government of the Republic of Tajikistan on Co-operation in the Field of Renewable Energy	Tajiquistão	Ilegível	08/10/2018
Memorandum of Understanding Between The National Institute of Wind Energy (NIWE) under the Ministry of New and Renewable Energy, Government of India and The Technical University of Denmark (DTU Wind Energy) The Department of Wind Energy, Kingdom of Denmark ON COLLABORATION IN THE FIELD OF WIND ENERGY AND WIND- SOLAR HYBRID SYSTEM	Dinamarca	Dr. K. Balaraman, Director General, National Institute of Wind Energy	17/12/2018
MoU Between the Ministry for the Ecological Transition of the French Republic and the MNRE of the Republic of India on Reneeable Energy Cooperation. (Biomass)	França	Mr. R. Minister of State (Independent Charge) of New and Renewable Energy	28/01/2021
MoU between the MNRE of the Government of the Republic of India and the Ministry of Energy of the Government of the Republic of Guinea on Cooperation in the Field of Renewable Energy (menciona “Biomass/ Bioenergy/ Waste to energy”)	Guiné	Shri T. S. Tirumurti Secretary (ER), Ministry of External Affairs	02/08/2019
MoU between the MNRE of the Republic of India and the Ministry of Industry, Tourism and Trade of the Kingdom of Spain in the Field of Renewable Energy (menciona biofuels)	Espanha	Ilegível	2009

Por outro lado, outras ações do governo indiano podem estar relacionadas a uma política externa para biocombustíveis. Desde 1991, reformas liberalizantes na Índia, bem como princípios de cooperação Sul-Sul, também impactaram a política externa do país (HULES; SINGH, 2017, p. 344). A diplomacia indiana buscou aumentar o comércio com outros países, atrair investimento estrangeiro, e fomentar o investimento de agentes indianos em outros países (Ibid, p. 344). A partir de 2008, quando a crise financeira também gerou crises de natureza energética e alimentar em partes do mundo, entes públicos e privados de países como a China, a Arábia Saudita, a Coreia do Sul e a Índia passaram a agir no sentido de adquirir terras em território estrangeiro, para garantir os recursos necessários ao seu desenvolvimento, ou pelas possibilidades de investimento e especulação de terras (ROWDEN, 2011; TULONE et al., 2022; IPES-Food, 2024, p. 28-35), mas supostamente sob uma perspectiva de cooperação Sul-Sul, na qual também beneficiariam os parceiros locais.

Nesse contexto, a diplomacia e o governo da Índia atuaram no sentido de facilitar a aquisição de terras em território estrangeiro por empresas indianas (ROWDEN, 2011). O caso da Etiópia é bastante ilustrativo. Neste país, empresas indianas²⁷ assinaram acordos com o governo local, nos quais receberam autorização para utilizar e cultivar grandes quantidades de terra por décadas, sob a prerrogativa de torná-las produtivas e gerar emprego e renda à população local, além de transferir tecnologias para que houvesse desenvolvimento (ROWDEN, 2011; HULES; SINGH, 2017). As empresas que adquiriram as terras, por sua vez, também foram agraciadas com diversos benefícios fiscais, subsídios do governo local e/ou do seu país de origem, facilitando assim suas atividades (ROWDEN, 2011; HULES; SINGH, 2017). Nesse cenário, o governo indiano pretendia aumentar as vendas dos produtos indianos a mercados regionais, fortalecer alianças políticas com países africanos e, por meio de supostos

²⁷ Um exemplo encontrado na literatura foi o da Karuturi Agro Products Plc., que teria adquirido, em 2009, autorização do governo da Etiópia para cultivar 100.000 hectares de terras na região de Gambella, com possibilidade de aumento para 300.000 hectares, por 50 anos, cumpridas algumas condições. Outras empresas indianas receberam acesso a quantidades menores de terra (HULES SINGH, 2017, p. 346-348). Até 2014, constatou-se que a empresa só estava cultivando cerca de 1200 hectares, e mais reclamações de trabalhadores, civis e outras entidades foram se acumulando. Em 2017, a empresa anunciou que iria se retirar da Etiópia, mas exigiu compensação. Em 2019, a partir de articulação do governo indiano, a empresa permaneceu com licença para exploração de cerca de 15000 hectares, acordo que mais uma vez gerou polêmica pela ausência de consultas à população local (GRAIN, 2019)

acordos firmados com as empresas indianas, garantiria um fluxo estável de biomassa (entre 30 e 40% da colheita das empresas) para seu território (Ibid., p. 347).

Essas terras, por sua vez, não raro foram mobilizadas para a produção de “flex-crops”, cultivos que podem ser utilizados tanto para a alimentação, quanto como matéria prima para outras indústrias, incluindo biocombustíveis (TULONE et al., 2022, p. 2; HULES; SINGH, 2017, p. 346). Sendo assim, no contexto do aumento da demanda indiana por biocombustíveis, a aquisição de terras estrangeiras pela Índia poderia ser uma forma de garantir matéria-prima para essa indústria. Entretanto, pelo menos no caso da Etiópia, não são tantos os indícios de que as empresas indianas destinavam sua produção na África ao abastecimento da indústria de biocombustíveis, priorizando a venda ao mercado regional africano, ou para outros mercados na Índia (HULES; SINGH, 2017, p. 345-348). Ademais, os volumes exportados à Índia não seriam suficientes para suprir as necessidades de biomassa da Índia, o que torna questionável a real importância desses empreendimentos para a obtenção de recursos pela Índia (Ibid., p. 345-348).

Além do caso da Etiópia, um relatório da “*African Biodiversity Network*”, de 2007, menciona que a “*Sugar Company of Uganda Ltd (SCOUL)*” - subsidiária ugandesa do grupo Mehta, conglomerado de empresas sediado em Mumbai - à época tentava negociar com o governo local a obtenção de mais de 7000 hectares de terra para produção de matéria-prima (cana-de-açúcar) para biocombustíveis, embora essa fonte não especifique se o governo da Índia exerceu algum papel nas negociações (ABN, 2007, p. 7-8). As atividades dessa empresa, porém, foram criticadas por ameaças à biodiversidade, dentre outros fatores. (THE INDEPENDENT, 2011).

De qualquer forma, é preciso destacar os diversos problemas ocasionados pela presença dessas empresas na África. Críticos dessas iniciativas as caracterizam como parte de um fenômeno mais amplo de “land-grabbing”²⁸. De fato, as expectativas de geração de renda e desenvolvimento a partir das atividades dessas empresas parecem não ter sido correspondidas: apesar do sigilo que envolve a maior parte dos contratos de arrendamento de terras, a

²⁸ Aquisição (via compra ou arrendamento) de grandes extensões de terra por empresas e/ou autoridades estrangeiras, geralmente em países em desenvolvimento, para finalidade de exploração de recursos agrícolas, minerais, etc. Frequentemente implica na ameaça ao modo de vida de populações locais, ou em seu deslocamento forçado (TULONE et al., 2022).

experiência de empresas indianas e de outros países não raramente culminaram no deslocamento forçado de populações locais, produtividade muito aquém do esperado e condições de trabalho precárias para os funcionários nativos (ROWDEN, 2011; HULES; SINGH, 2017). As empresas também não parecem ter contribuído com a transferência de tecnologias, ou o aumento significativo da infraestrutura (Ibid., 2017).

Por esses motivos, estudos questionam a eficácia dessas iniciativas para a própria Índia, argumentando que a aquisição de terras estrangeiras, pelo menos em alguns casos estudados, não gerou um fluxo de biomassa constante para a Índia, capaz de suprir suas crescentes necessidades por recursos (Ibid., 2017, p. 345-350). Além disso, frente a todos os problemas de ameaça a modos de vida tradicionais, violação de direitos dos trabalhadores locais e baixa produtividade, há de se questionar as atividades da diplomacia indiana, no que diz respeito às suas intenções de fortalecer alianças no continente africano a partir de uma cooperação Sul-Sul que se diz benéfica para ambas as partes, mas que não corresponde (ROWDEN, 2011).

Em suma, além da assinatura de MdEs que possibilitam a cooperação para o desenvolvimento e compartilhamento de políticas e tecnologias relacionados a biocombustíveis, a diplomacia indiana colaborou com práticas de land-grabbing de empresas indianas (ROWDEN, 2011), vagamente associadas à indústria de biocombustíveis. Com a crescente importância do mercado indiano interno de biocombustíveis e a degradação de terras aráveis na Índia, será interessante observar se, no futuro, a diplomacia indiana, em conjunto com entes privados, tentará articular novos fluxos de biomassa, para suprir as demandas energéticas indianas.

6. COOPERAÇÃO BRASIL E ÍNDIA

O Brasil e a Índia vêm estreitando suas relações nos últimos anos, tanto bilateralmente quanto multilateralmente (ALBUQUERQUE, 2024). Mesmo considerando-se as particularidades de cada país, ambos possuem grandes ambições relativas ao aumento da inserção internacional e de reforma do sistema internacional, e talvez possam concretizar parte de seus objetivos a partir da cooperação.

Nesse contexto, a promoção da pauta dos biocombustíveis, assunto da política externa brasileira pelo menos desde os anos 2000, pode adquirir gradual importância no escopo da diplomacia energética indiana. É perceptível, então, que entre a expertise tecnológica e técnica do Brasil e o recente crescimento da produção de biocombustíveis na Índia (IEA, 2023a, p. 22), existe um grande potencial de cooperação e promoção dessa pauta internacionalmente. E tendo em vista a importância das questões climáticas e energéticas na atualidade, a “voz” dos países à frente da produção e da regulação do mercado de biocombustíveis, em um cenário de crescimento da importância dessa fonte de energia, certamente poderia ser utilizada para aumento da inserção internacional.

Porém, não está claro até que ponto esse potencial de cooperação já foi explorado (se é que o foi). Conforme exposto anteriormente, o alcance dos mercados de biocombustíveis continua limitado. Sendo assim, essa seção discorre sobre a cooperação bilateral e multilateral entre Brasil e Índia no setor de biocombustíveis, com intuito de avaliar se é ou não, de fato, um potencial inexplorado.

6.1 Cooperação em âmbito bilateral:

A cooperação bilateral entre Brasil e Índia no setor de biocombustíveis encontra aporte legal em Memorandos de Entendimento (MdE), como o “Memorando de Entendimento entre a República Federativa do Brasil e a República da Índia sobre cooperação em bioenergia”, celebrado em 2020. Por meio deste marco, busca-se, resumidamente, intensificar a cooperação para o uso de biocombustíveis “incluindo etanol, biodiesel, bioquerosene e biogás, bem como bioenergia e coprodutos e subprodutos adequados oriundos de biomassa” (Artigo I)²⁹, em áreas como o intercâmbio de dados e informações sobre a tecnologia e as políticas públicas relacionadas aos biocombustíveis e seus impactos, ou a promoção e o desenvolvimento dos mercados e de tecnologias específicas relacionadas a biocombustíveis (Artigo II). As estratégias empregadas para atingir esses objetivos incluem reuniões e eventos, rodadas de negócios e

²⁹ Para acessar o texto do MdE, consultar: <https://concordia.itamaraty.gov.br/detalhamento-acordo/12372?tipoPesquisa=2&TipoAcordo=BL&TextoAcordo=Biocombust%C3%ADveis%20OU%20Bioenergia&IdEnvolvido=145>.

facilitação de investimentos, pesquisas conjuntas, visitas de especialistas, etc, acompanhadas por um Grupo de Trabalho Conjunto (Artigos II e III).

A assinatura desse MdE ocorre na esteira do crescimento dos biocombustíveis na Índia. Conforme explicitado anteriormente, o progresso na implementação de mandatos de mistura de etanol à gasolina na Índia (com meta de 20% para 2025) (IEA, 2023a, p. 21-25) e a decisão de acelerar a produção de veículos “*flex-fuel*” potencializaram as oportunidades de cooperação com o Brasil (CORRÊA DO LAGO, 2023, p. 174-177). Nesse sentido, o Brasil, com sua experiência no setor de biocombustíveis e de tecnologias “*flex-fuel*”, se tornou um parceiro interessante para a Índia, capaz de colaborar com um projeto de aumento da utilização de biocombustíveis de autoridades indianas (Ibid., 2023, p. 174-177). Consequentemente, na última década as autoridades do Brasil e da Índia têm intensificado o contato e a cooperação em prol dos biocombustíveis por meio de seminários como o “Ethanol Talks”, Memorandos para organizar a cooperação futura, e encontros entre autoridades e representantes do setor privado sucroalcooleiro e automobilístico (Ibid., 2023, p. 174-177).

Adensando a cooperação bilateral, no dia 08 de julho de 2025, foi assinado um MdE entre o Ministério de Minas e Energia (MME) do Brasil e o Ministério de Energias Novas e Renováveis da Índia (válido pelos próximos 5 anos, podendo ser renovado), que diz respeito à cooperação em energias renováveis, incluindo “Biomassa/Bioenergia/Transformação de resíduos em energia” (Artigo II, c)³⁰. O MdE prevê cooperação por meio de “a. Intercâmbio e treinamento de pessoal científico e técnico; b. Intercâmbio de informações e dados científicos e tecnológicos; c. Organização de workshops, seminários e grupos de trabalho; d. Desenvolvimento de pesquisas conjuntas ou projetos técnicos sobre temas de interesse mútuo; e. Outras modalidades que possam ser decididas pelas Signatárias por escrito”, bem como a criação de um Grupo de Trabalho Conjunto para identificar oportunidades de cooperação e monitorar atividades desenvolvidas (Artigos III e IV).

De modo geral, a assinatura de memorandos de entendimento ocorre para formalizar a possibilidade de cooperação frente a oportunidades previamente identificadas e ponderadas pelos signatários (JETER, 1990, p. 7-16), sem implicar em excessivo comprometimento

³⁰ Disponível em: <https://www.gov.br/mme/pt-br/atos-internacionais/atos-internacionais-2025/india/2025-memorando-de-entendimento-brasil-india-sobre-cooperacao-no-campo-das-energias-renovaveis.pdf/view>. Acesso em julho de 2025.

jurídico. Nesse sentido, o recente MdE sobre cooperação em Energias renováveis demonstra o interesse das partes em intensificar as relações nesse setor, e dá indícios de que a Índia e o Brasil não necessariamente priorizam uma única fonte na garantia da segurança energética, conciliando os biocombustíveis às suas outras potencialidades.

Além disso, a assinatura de MdEs abre margem para o desenvolvimento e compartilhamento de novas tecnologias que podem melhorar a cadeia produtiva de biocombustíveis e contribuir para um aumento da produção, de forma mais sustentável. O aprimoramento de tecnologias para produção em larga escala de biocombustíveis avançados³¹, por exemplo, é uma questão que, caso solucionada (as tecnologias atuais não conseguem produzi-los em escala comercialmente viável (BIOFUTURE PLATFORM, 2018a, p. 14, 30), poderia contribuir para o aumento do mercado internacional de biocombustíveis, tanto em escala quanto em sustentabilidade. Portanto, caso o Brasil e a Índia queiram aumentar sua projeção internacional em discussões sobre energia e meio-ambiente, e utilizar essa proeminência para ganho político, será necessário dar passos para transformar as possibilidades de cooperação dos MdE em projetos e metas mais concretos.

Cabe destacar, porém, que tendo em vista o caráter juridicamente não vinculante dos MdE, quaisquer iniciativas desenvolvidas em seu âmbito ficam sujeitas à vontade política das partes. O Brasil e a Índia ocupam posição de destaque na produção de biocombustíveis (mais especificamente, de etanol) (IEA, 2023a), e parecem ter interesses convergentes no que diz respeito ao aumento da produção global desses recursos (CORRÊA DO LAGO, 2023, p. 174-177). Entretanto, é preciso que as autoridades desses dois países mantenham os esforços em torno de seus interesses comuns, apesar dos possíveis obstáculos políticos impostos pelo panorama internacional, ou de mudanças de gestão. Do contrário, o potencial dos biocombustíveis para a economia do Brasil e da Índia, bem como para a redução de gases do efeito estufa, não será plenamente realizado.

³¹ Vale destacar que o MdE entre Brasil e Índia sobre cooperação em bioenergia menciona a troca de informações sobre tecnologias para produção de biocombustíveis avançados e conversão lignocelulósica como área de interesse.

6.2 BRICS:

As cúpulas anuais do BRICS servem como espaço para discussão entre as lideranças de cada país sobre os problemas e prioridades relevantes à formulação de políticas públicas e o estabelecimento de eixos de cooperação internacional. Os “resultados” dessas discussões geralmente são acessíveis ao público geral, na forma de declarações ou comunicados elaborados pelos integrantes do BRICS, nos quais são listadas as questões consideradas importantes e as linhas gerais de ações e propostas que para talvez solucionar essas questões (DALDEGAN, CARVALHO, 2022, p. 119). Além dos encontros entre os líderes, são promovidos encontros ministeriais entre as autoridades de setores como saúde, transportes e energia, possibilitando assim conversas mais direcionadas entre o corpo técnico nacional de cada setor.

Desde 2016, os ministros de energia dos países do BRICS também se reúnem, com o intuito de discutir soluções para as questões mais relevantes ao setor energético, como a garantia da segurança energética, desenvolvimento e transição energética. Nesse sentido, os comunicados provenientes de algumas das reuniões ministeriais de energia indicam que os biocombustíveis e/ou a bioenergia integram a pauta dos BRICS há algum tempo (Ver tabela 3).

Tabela 3: Bioenergia e energia renovável nas declarações ministeriais do BRICS, no setor de energia.³²

Declarações do BRICS sobre energia			
Documentos	Ano e local	Menções a “Biocombustíveis” ou “Bioenergia”, ou “biomassa”	Menções a “energia renovável”
The Declaration of 2nd BRICS Energy Ministerial Meeting	2017 - China	2 menções	8 vezes
DECLARATION OF THE THIRD BRICS MEETING OF ENERGY MINISTERS	2018 - África do Sul	Nenhuma	2 vezes
COMMUNIQUE OF THE BRICS ENERGY	2020 - Rússia	3 vezes + Menção à	4 vezes

³² Para as reuniões ministeriais de 2018, 2020, 2021 e 2024, as declarações podem ser encontradas em: <https://brics.br/pt-br/documentos/acervo-de-presidencias-antecedentes/energia-ministerial-declarations>. A declaração de 2025, por sua vez, pode ser encontrada em: <https://brics.br/pt-br/documentos/meio-ambiente-clima-e-gestao-de-desastres>. Por fim, a declaração do ano de 2017 está disponível em: https://www.nea.gov.cn/2017-06/12/c_136359663.htm.

MINISTERS MEETING MOSCOW, RUSSIA, 14 OCTOBER 2020		Plataforma para o Biofuturo	
Communique Adopted in the BRICS Energy Ministers Meeting	2021 - Índia	8 vezes + Menção à Plataforma para o Biofuturo	8 vezes
COMMUNIQUE OF THE 9th BRICS ENERGY MINISTERS MEETING	2024 - Rússia	1 vez + menção à “sustainable and transitional fuels” e a “all fuels”	1 vez
10th Energy Ministers Meeting - Joint Communiqué	2025 - Brasil	1 vez + menção a “biogás”	2 vezes

Além disso, foi divulgado o “Roadmap for BRICS Energy Cooperation 2025-2030”, documento a partir do qual o BRICS visa, resumidamente, estabelecer uma estrutura (“*framework*”) para fortalecer e aumentar o escopo da cooperação no setor energético, melhor coordenar sua agenda energética no cenário internacional e aprimorar a governança e o ambiente de investimentos no setor energético de cada país (BRICS, 2025, p. 1-2). Neste documento, o BRICS ressalta sua intenção de “descarbonizar” a matriz energética sem prejuízo à segurança energética de cada país, e também fixa a bioenergia como um dos setores prioritários para a colaboração e transição energética nos próximos anos (Ibid., 2025, p. 2-4).

De modo geral, esses documentos indicam que existe pelo menos algum reconhecimento pelos países do BRICS quanto ao potencial dos biocombustíveis, ou da bioenergia em geral, na promoção de uma transição energética. E essa posição parece encontrar respaldo em ações concretas do Brasil e da Índia, que vêm aumentando capacidades de produção de biocombustíveis (Ver imagens 2 e 3), e têm tido sucesso no cumprimento das metas dos mais recentes mandatos de mistura de etanol e biodiesel (IEA, 2023a). Consequentemente, não se pode desconsiderar o BRICS como fórum importante para discussão sobre a temática da bioenergia, a partir do qual Brasil e Índia, maiores produtores de biocombustíveis do agrupamento, cooperam para impulsionar essa pauta internacionalmente.

Entretanto, não parece que os biocombustíveis assumem, no âmbito do BRICS, qualquer papel de destaque em relação a outras fontes de energia renováveis. Tanto as declarações ministeriais quanto o “Roadmap” e outros documentos do BRICS abordam a transição energética de forma bastante ampla, sempre ressaltando o reconhecimento da necessidade em relação à diversificação da matriz energética e ao aumento da utilização de fontes renováveis,

mas sem entrar em detalhes sobre iniciativas concretas para consecução desses objetivos. Nesse sentido, as menções aos biocombustíveis ou à bioenergia costumam ser breves e associadas a menções à “energia renovável”, ou termos semelhantes. Sobre o “Roadmap” especificamente, os formatos de cooperação propostos, que resumidamente incluem troca de experiências e boas práticas técnicas e regulatórias, criação de repositórios, workshops e seminários, e projetos de capacitação (BRICS, 2025, p. 5), são estratégias já utilizadas em outras iniciativas (algumas com maior foco em biocombustíveis), que embora possuam seu mérito, não têm sido suficientes para na promoção dos biocombustíveis, portanto gerando algum ceticismo sobre o potencial do BRICS na difusão destes.

No fim das contas, isso era de se esperar. Os países do BRICS possuem perfis e recursos naturais diferentes, que condicionam sua capacidade de produção de biocombustíveis, ou o seu interesse e proatividade nesse ou em outros setores. Consequentemente, as declarações conjuntas precisam conciliar essa variedade de capacidades e interesses, sem que nenhum país seja comprometido, o que costuma implicar em “compromissos” mais gerais (DALDEGAN, CARVALHO, 2022, p. 119). Por outro lado, o perfil energético e a expertise de cada país do BRICS acabam se complementando, de modo que talvez uma cooperação mais intensa e com metas melhor definidas no setor energético pudesse contribuir para um futuro aumento das capacidades dos membros do BRICS em todos os setores, além de um aumento conjunto da inserção internacional do grupo (KORNEEVA et al., 2024).

Ainda assim, é difícil saber até que ponto, para além do nível retórico, as declarações ministeriais e outros documentos do BRICS de fato fornecem indícios de uma futura intensificação da cooperação em torno dos biocombustíveis, ou de impactos do BRICS no desenvolvimento desse setor. Conforme exposto nas seções específicas sobre Brasil e Índia, o desenvolvimento de uma indústria nacional de biocombustíveis nesses países esteve associado a uma série de políticas nacionais de fomento iniciadas antes da formação BRICS (SARAVANAN PUGAZHENDHI, MATHIMANI, 2020, p. 3-8), enquanto a experiência de cooperação internacional em bioenergia mais notória (a “diplomacia do etanol” brasileira, conquanto limitada em impacto) partiu também de uma iniciativa nacional (DALGAARD, 2017) (ainda que com envolvimento de diferentes agentes) (MEDEIROS; FROIO, 2012). Em outras palavras, embora pareça haver uma conversão de interesses entre Brasil e Índia no que diz respeito à promoção dos biocombustíveis como fonte de energia essencial para uma

transição energética limpa, o BRICS como foro de discussão dessa pauta é relativamente recente, não parecendo estar tão relacionado às iniciativas bem-sucedidas do Brasil e da Índia.

Ainda assim, considerando o peso político e econômico do BRICS, talvez Brasil e Índia pudessem tentar melhor instrumentalizar essa plataforma. Por outro lado, iniciativas nesse sentido podem encontrar falta de engajamento interno. Apesar de a China ter uma produção relevante de biocombustíveis, seu domínio sobre as cadeias de produção de veículos elétricos (EVs) (IEA, 2025, p. 147-151) indica que a prioridade dos chineses é nessa indústria (MATELLI, 2024, p. 229), podendo, portanto, ser um fator de “atrito” entre os BRICS capaz de minar uma agenda mais proativa em relação aos biocombustíveis. Para a China, é mais vantajosa a adoção generalizada de EVs, de um ponto de vista econômico e geopolítico, do que um aumento da utilização de biocombustíveis, independentemente de eventuais disputas quanto à real sustentabilidade dos EVs³³.

E a chegada de novos países ao BRICS, pode dificultar ainda mais as iniciativas em prol dos biocombustíveis. Grandes exportadores de petróleo como a Arábia Saudita, Irã e Emirados Árabes Unidos, não necessariamente possuem o potencial para a produção de biocombustíveis convencionais, e não seriam beneficiados economicamente caso mais países aumentem sua capacidade de produção de biocombustíveis, ou caso os biocombustíveis se tornem uma commodity mais competitiva internacionalmente em relação aos combustíveis fósseis (embora esse cenário esteja distante da realidade) (IEA, 2024a). Nesse contexto, é difícil imaginar que esses países tomariam uma posição proativa no BRICS, em relação à difusão dos biocombustíveis.

6.3 CEM Biofuture Platform Initiative e Mission Innovation:

As ministeriais do BRICS servem como foro para que lideranças de grandes países interessados em possivelmente modificar a ordem global reafirmem seus compromissos.

³³ A mineração de “terras raras” necessária à produção de EVs pode gerar impactos ambientais preocupantes, para além da emissão de GEE. Além disso, diferentes investigações já compararam a totalidade de emissões de GEE no ciclo de vida (desde as etapas de extração de recursos e produção, até a utilização do veículo por um período determinado) de EVs e de veículos movidos a biocombustíveis, com diferentes resultados (ver, por exemplo, GAUTO et al., 2023)

Contudo, outros foros podem ser considerados mais importantes do ponto de vista das discussões mais direcionadas sobre a identificação de problemas e soluções para o mercado da bioenergia. A Clean Energy Ministerial (CEM) Biofuture Platform Initiative (doravante denominada “Plataforma”), construída sobre a “Plataforma para o Biofuturo”, criada em 2016 sob liderança brasileira (MILANEZ, et. al, 2017, p. 331-333), conta atualmente com 23 países membros e com o apoio de organizações internacionais a exemplo da IEA, IRENA, FAO (ONU) e UNCTAD³⁴. Seus objetivos principais, são: “Promover consenso sobre a sustentabilidade, disponibilidade e governança da biomassa; 2. Incentivar as melhores práticas de políticas públicas e sua convergência; 3. Viabilizar mecanismos de financiamento de apoio; 4. Promover a cooperação em políticas, regulamentações e tecnologias”³⁵

De modo geral, a Plataforma funciona de modo que seus membros articulam atividades e “fluxos de trabalho”³⁶ voluntariamente e sem compromissos vinculantes (BIOFUTURE PLATFORM, 2018b). Nesse sentido, a Plataforma articula atividades a partir da criação de fluxos de trabalho sobre sustentabilidade e para a criação de “policy blueprints”, em concordância com os objetivos de promoção de boas práticas e convergência de políticas públicas. As “policy blueprints” sintetizam as experiências bem-sucedidas de países selecionados, para que possam orientar a implementação de políticas públicas em outros países. Além disso, a Plataforma promove Workshops e seminários para a difusão de boas políticas no setor, entrevistas com stakeholders para elaborar estratégias que reduzam riscos de financiamento no setor de bioenergia, dentre outras ações.

Sendo assim, é possível dizer que, pelo menos em algum grau, especialistas e integrantes dos governos e do setor privado brasileiro e indiano dialogam na elaboração desses relatórios e eventos, o que configura uma interface de cooperação entre os dois países. Esses esforços colaborativos, ainda que não se restrinjam ao Brasil e à Índia, no caso da Plataforma, têm alguma importância para contribuir na produção de material para orientar a disseminação dos biocombustíveis, e também para colocar especialistas em contato direto com autoridades, conscientizando-as para o potencial da bioenergia. Ainda assim, considerando que o consumo de biocombustíveis mundialmente não cresce conforme as necessidades do cenário NZE 2050

³⁴ Fonte: <https://biofutureplatform.org/members/>. Consultado em julho de 2025.

³⁵ Ver: <https://biofutureplatform.org/biofuture-platform/>. Consultado em junho de 2025.

³⁶ “Workflows”, originalmente.

(IEA, 2023b, p. 144), bem como a concentração de biocombustíveis em poucos países (Ver tabela 1 e EBB, 2023, p. 4), é difícil pensar que as iniciativas desenvolvidas na plataforma tenham impactado significativamente o mercado global. Ademais, foi constatada uma carência de estudos acadêmicos que avaliem os trabalhos desenvolvidos no âmbito dessa organização, dificultando assim uma análise mais profunda do papel da Plataforma na cooperação Brasil e Índia.

Adicionalmente, há a Mission Innovation (MI), lançada por ocasião da COP 21, em 2015, sob liderança dos EUA (TOSUN, HEINZ-FISCHER, LUO, 2023, p. 1-2). A MI tem como objetivo, resumidamente, impulsionar a pesquisa, o desenvolvimento e a captação de investimentos em energia limpa e renovável (incluindo bioenergia) (MI, 2015)³⁷. A MI também adota um modelo de fluxos de trabalho voluntários, a partir dos quais países interessados em determinado setor identificam os problemas relevantes e se organizam para o desenvolvimento de soluções inovadoras (TOSUN, HEINZ-FISCHER, LUO, 2023, p. 1-2). Um dos workflows da MI é o das biorrefinarias integradas, co-liderado por Índia e Países Baixos, tendo como seus “core members” Brasil, Canadá e Suíça e com o apoio da Comissão Europeia e do Reino Unido³⁸. Essa iniciativa busca, resumidamente, desenvolver tecnologias, soluções e estratégias para a difusão e comercialização viável de biorrefinarias integradas³⁹, assim contribuindo para a substituição de derivados de combustíveis fósseis na fabricação de químicos e materiais diversos.

Em relação ao mercado de biocombustíveis, a difusão de biorrefinarias poderia contribuir para torná-lo mais sustentável e rentável. O processo de produção de biocombustíveis gera outros derivados por vezes descartados, mas que poderiam ser aproveitados na fabricação de outros químicos ou materiais, minimizando o desperdício e a demanda por derivados de petróleo, por exemplo, utilizados em outras indústrias (DOE, 2015). Assim, as biorrefinarias constituem um conjunto de tecnologias que aumentam a sustentabilidade na indústria dos biocombustíveis.

³⁷ Disponível em: <https://mission-innovation.net/about-mi/overview/joint-launch-statement/>.

³⁸ Fonte: <https://mission-innovation.net/missions/integrated-biorefineries-mission/>. Consultado em julho de 2025.

³⁹ Uma biorrefinaria integrada utiliza os subprodutos oriundos dos processos de conversão e produção de biocombustíveis para a fabricação de outros químicos e materiais, substituindo, idealmente, a utilização de derivados de petróleo e outras substâncias associadas aos combustíveis fósseis.

Entretanto, a instalação de biorrefinarias perpassa por alguns desafios relevantes, os quais o fluxo de trabalho da MI busca resolver. Para que seja viável a instalação de biorrefinarias, acaba-se sendo necessário desenvolver, adquirir e incorporar (de maneira economicamente viável) novas tecnologias para aproveitamento dos subprodutos da conversão de biocombustíveis. Isso inevitavelmente requer pesquisa, elaboração de material para conscientização quanto aos benefícios das biorrefinarias, etc, atividades que constam no “Roadmap” do fluxo de trabalho de biorrefinarias da MI. Também existem dificuldades associadas à obtenção de financiamento e de estruturação de mercado (BIOFUTURE PLATFORM, 2018a, p. 68-70), já que os “bioprodutos” são bastante novos e ainda não consolidados.

De modo geral, essas atividades desenvolvidas na MI buscam fortalecer também a indústria biocombustíveis (biorrefinarias tornam a produção de biocombustíveis mais sustentável e rentável ao minimizarem o desperdício e promoverem a substituição de derivados de petróleo e outros (DOE, 2015)) e, portanto, se relacionam aos interesses do Brasil e da Índia nesse setor. É possível afirmar que o Brasil e a Índia cooperam, em algum grau, dentro da MI, e seus esforços são direcionados a questões que, uma vez resolvidas, podem ajudar na difusão dos biocombustíveis e da bioeconomia de forma ampla. Por outro lado, tanto na Plataforma quanto na MI, cabe destacar que a participação de outros países e o modelo de participação voluntária (TOSUN, HEINZ-FISCHER, LUO, 2023, p. 1-2) são indícios fortes contra uma possível tese de que a cooperação entre o Brasil e a Índia nesses foros assume qualquer caráter especial, ou que tenha grandes impactos sobre o mercado internacional de biocombustíveis. Ainda assim, novamente a carência de estudos acadêmicos, ou de informações mais detalhadas sobre a natureza e os resultados dos trabalhos desenvolvidos pela MI dificultam uma avaliação mais profunda.

Essas iniciativas têm seus méritos no que diz respeito à conscientização das autoridades e à produção científica importante para guiar políticas públicas e a produção sustentável de bioprodutos, mas conforme exposto anteriormente, a produção de biocombustíveis não está crescendo o suficiente para suprir as necessidades do cenário NZE 2050 (IEA, 2023b, p. 144), o que significa que é preciso fazer mais. As polêmicas quanto aos critérios de contabilidade de carbono, por exemplo, continuam a restringir o mercado global de biocombustíveis (IEA, 2024b). E para os países em desenvolvimento com potencial para a bioenergia, a dificuldade de

acesso à tecnologia e a recursos financeiros para a produção de biorrefinarias configura uma limitação ainda mais concreta (BIOFUTURE PLATFORM, 2018, p. 67-73). Assim, na medida em que o Brasil e a Índia são países interessados na difusão global dos biocombustíveis, constata-se que existe espaço para a intensificação de ações que aumentem de forma mais concreta o mercado global de biocombustíveis e outros bioprodutos, seja nos foros supramencionados, seja por outros canais.

6.4 Aliança Global para os Biocombustíveis:

Talvez a mais nova e promissora iniciativa internacional relacionada à propagação da bioenergia seja a Aliança Global para os Biocombustíveis (ou GBA, na sigla em inglês). Lançada em 2023, durante cúpula do G20 em Nova Délhi, sob a presidência indiana (TREBAT, 2025), a GBA se define como uma “iniciativa multi-stakeholder”, da qual participam atualmente 32 países interessados na economia de biocombustíveis (incluindo o Brasil), organizações internacionais que lidam o tema (IRENA, IEA, a própria Plataforma para o Biofuturo, o Banco Mundial, etc.), e representantes do setor privado⁴⁰. A iniciativa busca aumentar a utilização dos biocombustíveis internacionalmente, conectando grandes produtores e consumidores de biocombustíveis e prestando apoio para acelerar o cumprimento ou implementação de políticas nacionais de biocombustíveis (Ibid., 2025).

Para cumprir essa missão, a GBA se propõe a funcionar como um hub para discussões e troca de experiências relativas à formulação de políticas públicas, e a prestar apoio técnico e projetos de capacitação de profissionais da cadeia de produção de biocombustíveis⁴¹. Nesse contexto, a criação da GBA também demonstra o interesse da diplomacia indiana em se colocar à frente das discussões globais sobre produção e comercialização de biocombustíveis, em resposta ao projeto de eletrificação veicular desenvolvido por outros países (MATELLI, 2024, p. 227-230). O governo indiano até assinou um “Acordo de País Anfitrião”, que permitirá à

⁴⁰ Ver: <https://biofuelsalliance.com/gba-membership>. Consultado em 07/08/2025.

⁴¹ Ver: <https://biofuelsalliance.com/about-us>. Consultado em: 19/07/2025

GBA estabelecer uma sede física no país, assim aproximando e facilitando o contato entre as partes (MINISTRY OF EXTERNAL AFFAIRS, 2024).

Nesse sentido, tendo em vista sua adesão relativamente numerosa, a GBA apresenta bastante potencial para promoção dos biocombustíveis internacionalmente, e o Brasil e a Índia podem aproveitá-la para viabilizar o fortalecimento dos biocombustíveis no cenário internacional (MATELLI, 2024; CORRÊA DO LAGO, 2023). O fato é que, enquanto o mercado de biocombustíveis continuar concentrado em poucos países e a governança global de biocombustíveis continuar fragmentada, dificilmente estes cumprirão plenamente seu papel na substituição de combustíveis fósseis. Sendo assim, é necessário que a GBA seja capaz de estabelecer planos de médio e longo prazo não só para disseminação de boas práticas, mas também para a resolução de problemas como a dificuldade de captação de recursos financeiros, problemas logísticos e relativos à utilização de biomassa (BIOFUTURE PLATFORM, 2018a, p. 63-76), dentre outros, para assim facilitar o comércio internacional de biocombustíveis e diversificar o mercado, acelerando o processo de descarbonização. Contudo, ainda é muito cedo para avaliar quaisquer impactos das atividades da GBA sobre a produção global de biocombustíveis, a coordenação de políticas públicas e parâmetros para o mercado de biocombustíveis, etc., tendo em vista o pouco tempo de existência dessa iniciativa.

Por outro lado, caso queira se consolidar como organização internacional de destaque e cumprir seus objetivos, a GBA terá de superar alguns possíveis desafios. Em primeiro lugar, ainda que a pluralidade de membros seja um aspecto bastante positivo - no que diz respeito à criação de novos mercados, ou aumento da produção e consumo em mercados de biocombustíveis já existentes - ela também pode se tornar problemática na medida em que se torna preciso conciliar diferentes interesses (às vezes de agentes intra-nacionais e do setor privado) e agendas para tornar as discussões do grupo produtivas (MATELLI, 2024, p. 225-231). Por exemplo, países com tecnologia mais avançada para a produção de biocombustíveis podem relutar em compartilhá-la e perder vantagens comerciais, enquanto alguns produtores de biocombustíveis mais consolidados podem pressionar pela aceitação de critérios de sustentabilidade considerados insuficientes por outros países, o que pode, em alguma medida, atrasar a missão da GBA.

Ademais, é notável a ausência de alguns países produtores de biocombustíveis importantes no cenário global, a exemplo de França, Alemanha e Espanha, no continente Europeu, e China e Indonésia⁴² na Ásia. Essas ausências talvez se expliquem, pelo menos em parte, pelo fato de que a China possui maiores interesses na eletrificação veicular do que na disseminação dos biocombustíveis, conforme já mencionado, e na posição de integrantes da União Europeia que também favorece a eletrificação em detrimento dos biocombustíveis (MATELLI, 2024, p. 225-231). Consequentemente, mesmo na eventualidade do desenvolvimento de padrões para comercialização e produção de biocombustíveis, ou da difusão de políticas públicas eficientes pela GBA, mercados importantes podem ficar de fora, mantendo alguma fragmentação na governança global dos biocombustíveis. Por outro lado, esse desafio também pode ser enxergado como uma oportunidade, no sentido de que, caso a GBA tenha sucesso em suas atividades, poderá angariar novos membros e expandir ainda mais o alcance dos biocombustíveis.

7. O FUTURO DOS BIOCOMBUSTÍVEIS: ENTRE DESAFIOS E OPORTUNIDADES

O futuro dos biocombustíveis ainda é incerto. Ainda que possam ajudar no enfrentamento ao aquecimento global, diferentes fatores podem favorecer ou atrasar a difusão e a adoção de tecnologias para produção de biocombustíveis internacionalmente, bem como o desenvolvimento de mercados estáveis nesse setor. Conforme demonstrado pela experiência do Brasil e da Índia, a criação de uma indústria nacional de biocombustíveis geralmente depende de iniciativas e incentivos governamentais e é vulnerável a políticas públicas ruins, ou às limitações técnicas e práticas de um determinado momento histórico (SARAVANAN PUGAZHENDHI, MATHIMANI, 2020, p. 3-8). Também foi constatado que a adoção dos biocombustíveis tem sido suficiente (IEA, 2023b, p. 144), talvez pela dificuldade de cooperação em torno da governança global do tema (SANDERINK, 2020; LIMA, GUPTA, 2013), ou pelas

⁴² A Indonésia tem sido abordada por Brasil e Índia para se juntar à GBA.

polêmicas relacionadas à própria sustentabilidade dos biocombustíveis, questões de segurança energética e de uso da terra (IPES-Food, 2024).

Em outras palavras, existem barreiras de ordem política, administrativa e técnica à proliferação dos biocombustíveis. Nesse contexto, cabe questionar se os biocombustíveis ainda serão, de fato, uma alternativa relevante no processo de descarbonização, frente à ascensão dos veículos elétricos (EVs, de acordo com a sigla em inglês) e possivelmente de outras tecnologias, como o hidrogênio verde. É fato que os biocombustíveis emitem menos GEE que os combustíveis fósseis, mas a quantidade de emissões pode variar de acordo com a matéria-prima e o tipo do biocombustível: enquanto o etanol à base de cana-de-açúcar pode emitir até 89% menos GEE do que os combustíveis fósseis, o etanol à base de milho reduz as emissões entre 30 a 38% a menos (MILANEZ et. al, 2017, p. 308). Os veículos elétricos, por outro lado, não emitem GEE quando utilizados, o que, em um primeiro olhar, os torna ainda mais atrativos do ponto de vista da descarbonização.

E as vendas de veículos elétricos cresceram drasticamente nos últimos anos, em decorrência dos avanços tecnológicos que aumentaram a autonomia e a qualidade dos EVs e das quedas nos preços das baterias, tornando-os mais competitivos para o consumidor médio (IEA, 2025a, p. 12-13). Em 2024, foram vendidos mais de 17 milhões de carros elétricos⁴³ mundialmente (incluindo híbridos), com destaque para os mercados da China, Europa e Estados Unidos (IEA, 2025a, p. 15). 4 anos antes, mal foram vendidos 4 milhões de carros elétricos globalmente (Ibid., 2025a). O Brasil e a Índia, inclusive, figuram entre os mercados emergentes para EVs, com aumentos anuais nos números de vendas. Tendo em vista o aumento da popularidade dos EVs e os benefícios de sua utilização para o meio ambiente, há quem pense que os biocombustíveis se tornarão obsoletos, e que o Brasil, a Índia e todos os outros países deveriam priorizar os investimentos na eletrificação do setor de transportes.

Entretanto, um cenário de eletrificação veicular completa ainda está bem distante da realidade. Embora seja verdade que os EVs estejam ficando cada vez melhores e mais populares, eles podem não ser necessariamente a melhor alternativa para diversos países, pensando-se na urgência da redução de emissões de GEE e na viabilidade prática. Isso decorre do fato que a eletrificação dos veículos só contribui para o processo de descarbonização quando

⁴³Incluindo “*Plug-in hybrid vehicles*”, que combinam um motor à combustão a um motor elétrico.

acompanhada de uma matriz energética predominantemente limpa e/ou renovável (MILANEZ et. al, 2017, p. 302-305).

A matriz elétrica mundial reforça essa problemática, já que 35,7% de toda a geração elétrica advém da queima de carvão, enquanto 2,7% e 22,3% derivam do petróleo e do gás natural, respectivamente⁴⁴. No total, 40% de todas as emissões de CO₂ no mundo em 2023 relacionadas ao setor de energia foram produto da queima de combustíveis fósseis, demonstrando a insuficiência da capacidade de geração de energia limpa mundialmente (IEA, 2024a, p. 131). É necessário observar, também, que só 1,8% de toda a eletricidade gerada mundialmente é consumida pelo setor de transporte, segundo dados de 2022⁴⁵, de modo que seria necessário aumentar drasticamente as capacidades de geração de energia limpa para suprir um grande aumento na utilização de carros elétricos, algo que não seria viável a curto (e provavelmente a médio) prazo.

Ademais, apesar de os carros elétricos não emitirem GEEs durante sua utilização, isso não significa que sua cadeia de produção é “limpa”. A produção de baterias para veículos elétricos, por exemplo, é um processo que gera bastantes emissões (PEISELER, L., SCHENKER, V., SCHATZMANN, K. ET AL, 2024), embora não tanto que justifique a não utilização de veículos elétricos. Ademais, a avaliação de emissões de GEE durante o ciclo de vida de veículos de diferentes categorias não é 100% consenso entre pesquisadores. Um estudo por Gauto et al. considerou que as emissões durante o ciclo de vida de veículos movidos a biocombustíveis eram menores do que as emissões de GEE durante o ciclo de vida de veículos elétricos (GAUTO et al, 2023), por exemplo. E para além das emissões de GEEs, é preciso considerar outros tipos de impactos ambientais e sociais das novas tecnologias, como possíveis danos ao meio ambiente gerados pela mineração necessária à indústria de EVs.

Questões sobre a viabilidade da eletrificação em larga escala também trazem à tona as assimetrias entre países desenvolvidos e em desenvolvimento. Países subdesenvolvidos não necessariamente possuem uma infraestrutura de geração elétrica limpa robusta, ou não são capazes de produzir energia elétrica suficiente para suprir suas necessidades de desenvolvimento. Realisticamente, teriam que investir muitos recursos para construir uma

⁴⁴ Fonte: <https://www.iea.org/world/electricity>. Consultado em junho de 2025.

⁴⁵ Fonte: <https://www.iea.org/world/electricity>. Consultado em junho de 2025.

infraestrutura de geração e distribuição de energia elétrica limpa capaz de lidar com o iminente aumento das demandas por eletricidade, em caso de adoção em massa de EVs, sendo que esses países costumam ter outras áreas necessitando de investimento e recursos limitados (IEA BIOENERGY, 2024, p. 4-5).

Tendo isso em vista, talvez os biocombustíveis façam mais sentido e possam contribuir mais para a descarbonização do que se espera, pelo menos em países com potencial para a produção destes. É fato que também haveria custos de implementação de refinarias de biocombustíveis, bem como a necessidade de elaboração de políticas públicas e estruturação de organismos para implementação e monitoramento de mandatos de mistura de biocombustíveis aos combustíveis tradicionais, mas considerando toda a tecnologia de carros flex-fuel já existente, o aumento do uso de biocombustíveis provavelmente seria mais viável e benéfico a curto e médio prazo para diversos países em desenvolvimento do que uma insistência imediata nos EVs (IEA BIOENERGY, 2024, p. 4-5).

Sendo assim, fica evidente que a realização das metas estabelecidas no Acordo de Paris por meio de um processo de eletrificação em larga escala que minimiza a participação dos biocombustíveis, considerando as assimetrias econômicas e tecnológicas entre o mundo desenvolvido e o mundo em desenvolvimento, não será possível. Para ser justo, é fato que os cenários da IEA e de outros organismos internacionais projetam o crescimento gradual tanto da indústria de EVs (IEA, 2023b, p. 93), quanto do crescimento da capacidade de geração elétrica limpa (Ibid., 2023b, p. 79-84), além da coexistência com os biocombustíveis, mas tendo em vista a urgência das questões climáticas e o fato de que os países em desenvolvimento possuem uma infraestrutura mais facilmente adaptável aos biocombustíveis (IEA BIOENERGY, 2024, p. 4-5) (alguns ainda têm potencial de produção nesse setor), o papel dessa indústria na descarbonização parece subestimado.

Similarmente, a viabilidade do “hidrogênio verde” como combustível e o volume de suas contribuições no processo de descarbonização são contestáveis. O hidrogênio verde é um combustível produzido a partir da eletrólise da água, utilizando energia renovável para separar moléculas de hidrogênio das de oxigênio (ALGBURI, 2025, p. 1-3). O grande benefício na

utilização do hidrogênio verde é o fato de que não são emitidos GEEs tanto em sua produção⁴⁶, quanto em seu uso (emite-se apenas vapor d'água). Um dos grandes problemas, porém, em relação ao hidrogênio verde é que, até o momento, o processo de eletrólise demanda muita energia, tornando sua produção comercialmente inviável em larga escala. Existem diferentes empresas e parcerias governamentais tentando solucionar este problema, mas várias dúvidas permanecem quanto à real contribuição dos combustíveis baseados em hidrogênio para a descarbonização dos transportes em um futuro próximo. Ainda assim, no cenário NZE 2050 da IEA, projeta-se que o consumo de combustíveis baseados em hidrogênio no terá papel cada vez mais importante até 2050 (IEA, 2024a, p. 109-112).

Por outro lado, os mesmos problemas de capacidade de geração elétrica limpa relacionados aos EVs são pertinentes para o hidrogênio verde. A demanda energética é demasiado alta e a maioria dos países não possui os meios para gerar energia suficiente para produção de hidrogênio verde, especialmente sem depender da queima de combustíveis fósseis. A utilização de hidrogênio verde como combustível provavelmente também implicaria na necessidade de modificação de estruturas no motor dos veículos, possivelmente fazendo com que os consumidores precisem escolher entre carro flex-fuel, carros elétricos e carros movidos a hidrogênio, a não ser que as fabricantes de automóveis encontrem formas de conciliar essas tecnologias. Nesse contexto, no que pesem todas as críticas e potenciais problemas dos biocombustíveis, o aumento da utilização de combustíveis baseados em hidrogênio (de acordo com a projeção supracitada) ainda parece inviável, tendo em vista as limitações práticas.

Não por coincidência, críticos ao “paradigma da eletrificação” e aos entusiastas do hidrogênio verde questionam se a importância projetada dessas tecnologias, comparativamente aos biocombustíveis, para processo de descarbonização não refletiria tentativas de dominação e imposição de uma dependência tecnológica. Países que não possuem reservas de combustíveis fósseis são suscetíveis à coerção por parte de países com grandes reservas desse tipo de recurso. Similarmente, em um cenário de adoção em massa de EVs, ou de combustíveis baseados em hidrogênio, a China (que é a líder nas duas áreas (IEA, 2024c; IEA, 2025a)) e outros países, mais avançados no desenvolvimento e obtenção de tecnologias de geração elétrica limpa, EVs

⁴⁶ Na verdade, a própria designação “hidrogênio verde” assume a utilização de fontes de energia limpas para o processo de eletrólise. Caso combustíveis fósseis precisem ser queimados para viabilizar a produção de combustíveis à base de hidrogênio, estes deixam de ser “verdes”.

(membros da UE (IEA, 2025a)) e combustíveis baseados em hidrogênio (EUA, países do Oriente Médio e da UE (IEA, 2024c), seriam beneficiados. Os países em desenvolvimento, por outro lado, serviriam como áreas de baixo custo de captação de energia limpa (solar, eólica, etc), exportada como commodity a baixos preços para abastecer veículos elétricos ou a produção de combustíveis baseados em hidrogênio, assim permanecendo em situação de dependência tecnológica.

Consequentemente, é válido afirmar que o futuro do setor de transportes, para além das questões ambientais, estará condicionado às disputas geopolíticas. Para países como China e alguns membros da União Europeia, a eletrificação dos transportes e a incorporação dos combustíveis à base de hidrogênio é mais vantajosa economicamente, por causa das capacidades já instaladas desses países nesses setores (MATELLI, 2024, p. 227-230; IEA, 2024c). Alternativamente, em um cenário em que os biocombustíveis se tornam uma commodity global com capacidade para substituir em grandes quantidades o petróleo, os países desenvolvidos com pouca capacidade de produção agrária se tornariam importadores de biocombustíveis, portanto reconfigurando as relações de dependência. Em outras palavras, os paradigmas de eletrificação, hidrogênio verde e biocombustíveis, ao mesmo tempo que se complementam e podem contribuir para o processo de descarbonização (IEA, 2024a, p. 109-112), simultaneamente estão no centro de uma competição geopolítica, em que países buscam impulsionar a tecnologia que melhor supre suas necessidades e capacidades, sem deixá-los dependentes de outros países.

Entretanto, a descarbonização dos transportes, independentemente de por qual ou quais meios, enfrenta ainda problemas relacionados à demanda energética, esforços insuficientes da classe política e lucratividade dos combustíveis fósseis. Pensando no agravamento da crise climática, a exploração de petróleo vai na contramão das necessidades do planeta. Conforme mencionado anteriormente, a grande maioria dos países não têm feito o suficiente para mitigar o aquecimento global (IEA, 2023b; UNEP, 2024). A demanda por petróleo ainda é alta e o aumento da demanda energética global não está sendo suprido pelo aumento da capacidade de produção de energia limpa (IEA, 2024a, p. 24), de modo que para os governos de diferentes países continua sendo vantajosa (e até certo ponto necessária) a exploração de petróleo.

É preciso, porém, cuidar para que as agendas em torno da energia limpa e renovável não sejam escanteadas, mesmo que momentaneamente. No caso específico do Brasil, vale lembrar que por vezes as circunstâncias do cenário internacional e as vantagens da exploração de combustíveis fósseis enfraqueceram a política interna ou externa relacionada aos biocombustíveis (SARAVANAN; PUGAZHENDHI; MATHIMANI, 2020). A título de exemplo, depois do início da exploração do Pré-Sal e dos efeitos da chegada dos efeitos da crise ao Brasil em 2011, a política externa do Brasil pareceu cada vez menos interessada na promoção dos biocombustíveis em novos mercados (DUARTE, 2023, p. 9-10, 18-19).

Nesse contexto, outra questão que talvez possa afetar os investimentos em biocombustíveis no Brasil é a exploração de petróleo na margem equatorial. Conforme as análises preliminares da Petrobras, a margem equatorial tem um potencial para produção de bilhões de barris de petróleo (NUNES, 2025), quantidade que certamente geraria bilhões anualmente para os cofres públicos, e atrairia outros bilhões em investimento estrangeiro. A exploração torna-se bastante tentadora observando os impactos na economia da Guiana, cujo PIB cresceu exponencialmente entre 2015 e 2025 (NEDER, 2025). Por esses motivos, diferentes grupos já pressionam o governo para que sejam iniciadas as operações na margem equatorial.

No entanto, o fato é que a exploração de petróleo na margem equatorial não necessariamente precisa implicar no abandono da agenda dos biocombustíveis. Os mandatos de mistura e outras políticas continuam estruturando a utilização de biocombustíveis no Brasil e em outros países. Consequentemente, cabe às autoridades brasileiras manter a vontade política viva, e empregar a expertise do Brasil para mobilizar parceiros internacionais em torno do tema dos biocombustíveis, assim contribuindo com a descarbonização. Ainda assim, para um país que busca se projetar nas discussões ambientais, é preciso questionar se a exploração da margem equatorial - somada a uma Amazônia saqueada, queimada e desprotegida - não implicaria na perda da credibilidade.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A descarbonização dos transportes pela utilização de biocombustíveis é um tópico complexo. A projeção NZE 2050 da IEA aponta que os biocombustíveis líquidos, em conjunto com as outras tecnologias (EVs e combustíveis baseados em hidrogênio) devem substituir progressivamente os combustíveis fósseis, para que se possa atingir as metas de descarbonização internacionalmente estabelecidas (IEA, 2024a, p. 109-112). De acordo com esse cenário, os biocombustíveis contribuem principalmente na descarbonização dos transportes marítimos e aéreos, enquanto a energia elétrica e os combustíveis baseados em hidrogênio assumem papel de protagonismo no setor dos transportes terrestres (IEA 2023b, p. 93-94). Entretanto, de modo geral, a produção e utilização de biocombustíveis continuam concentradas em poucos países (Ver tabela 1 e EBB, 2023, p. 4) e crescem abaixo do necessário para atingir as metas (IEA, 2023b, p. 144), enquanto a geração de energia limpa não é capaz de acompanhar o aumento da demanda energética global (IEA, 2024a, p. 24).

Nesse contexto, e considerando os interesses históricos e atuais do Brasil e da Índia no setor de biocombustíveis, este estudo buscou investigar a cooperação entre esses dois países e seus impactos sobre uma agenda de adoção em larga escala dos biocombustíveis internacionalmente. Considerando-se a necessidade de aumento da produção e utilização de biocombustíveis decorrente da crise climática, países como o Brasil e a Índia, proeminentes na produção de biocombustíveis, podem tentar projetar sua influência e auferir algum tipo de ganho, ao defenderem essa agenda, seja com o objetivo de criar um mercado para uma commodity que controlam, seja com o objetivo mais altruísta de fomentar a descarbonização (apesar das diferentes perspectivas sobre a contribuição e os impactos dos biocombustíveis). De modo geral, porém, constatou-se que, apesar das iniciativas bilaterais e em diversos foros multilaterais, a cooperação entre o Brasil e a Índia no setor de biocombustíveis ainda parece bastante incipiente e limitada, assim não gerando, por conta própria, muitos efeitos sobre o mercado global de biocombustíveis.

Isso se explica por uma conjunção de fatores, a começar pelo fato de que os esforços do governo indiano relacionados à promoção dos biocombustíveis no cenário internacional são mais recentes que os do governo brasileiro. A concentração de biocombustíveis em poucos

países faz com que poucos tenham a expertise, os interesses e os recursos necessários para ensaiar uma diplomacia energética tão atenciosa em relação aos biocombustíveis. Na verdade, a “diplomacia do etanol” brasileira, articulada principalmente por meio de iniciativas de capacitação técnica em outros países, com o objetivo de fomentar a produção de biocombustíveis e criar um mercado internacional de uma commodity da qual o país dispõe em abundância (DALGAARD, 2017), possivelmente foi uma experiência única. A Índia, por sua vez, que só nas últimas décadas teve maior sucesso na implementação interna dos mandatos de mistura e outras políticas de incentivo aos biocombustíveis (SARAVANAN; PUGAZHENDHI; MATHIMANI, 2020), simplesmente não possuía (e ainda não possui) as mesmas capacidades do Brasil nesse setor, talvez por isso não tendo coordenado ações com o Brasil antes da última década. Consequentemente, a cooperação entre Brasil e Índia nesse setor é relativamente recente e talvez por isso não tenha tido tempo de gerar muitos frutos.

Conforme demonstrado, a Índia possui diversos marcos de cooperação em energia limpa e renovável (na forma de MoUs) com outros países, mas os biocombustíveis não necessariamente despontam como foco, e nas diversas fontes acadêmicas e primárias consultadas não foram encontrados registros de uma “diplomacia do etanol” indiana. Ainda assim, o histórico recente da Índia, com sua participação na Plataforma para o Biofuturo e criação da Aliança Global para os Biocombustíveis demonstram que os biocombustíveis cada vez mais aparecem como tópico relevante para a diplomacia indiana (MATELLI, 2024, p. 225-231). Em contrapartida, a diplomacia do etanol brasileira no auge da diplomacia do etanol (2003-2010), constringida pelas limitações financeiras, por um cenário internacional desfavorável, e pela ausência de outros parceiros de peso na promoção dos biocombustíveis, não foi, por conta própria, suficiente para mudar o cenário global, mas cooperação com a Índia talvez possa renovar essa pauta (CORRÊA DO LAGO, 2023).

Entretanto, mesmo analisando uma janela temporal mais recente, a cooperação entre Brasil e Índia nesse setor ainda parece um potencial não totalmente realizado. A existência de marco legal que promove a pesquisa, compartilhamento tecnológico e de informações, etc., na cooperação Brasil-Índia, e que pode acabar se provando importante para superar problemas como as dificuldades de produção de biocombustíveis de segunda geração, por exemplo, não garante que de fato os dois países conseguirão ou se comprometerão a transformar essas potencialidades em iniciativas concretas, ainda mais em se tratando de um MdE. Sendo assim,

para que a cooperação bilateral gere impactos reais, é preciso articular iniciativas duradouras, que superem eventuais dificuldades impostas pelo sistema internacional, ou pela administração política de cada país.

Adicionalmente, a cooperação entre esses dois países em foros multilaterais também não culminou em grandes resultados, apesar de também ser relativamente recente. No âmbito do BRICS, diversas declarações e outros documentos mencionam a bioenergia (da qual fazem parte os biocombustíveis) e sua importância no combate aos problemas climáticos. Entretanto, o comprometimento dos integrantes do BRICS em relação à agenda de biocombustíveis e da bioenergia varia bastante. O Brasil e a Índia, com mandatos de mistura de etanol e biodiesel mais avançados (SARAVANAN; PUGAZHENDHI; MATHIMANI, 2020), e matrizes energéticas nas quais a bioenergia assume maior proporção (Ver capítulo 3), claramente se destacam. Para a Rússia e a África do Sul, a bioenergia permanece um recurso pouco explorado, enquanto para a China, apesar de sua produção bioenergética relevante em termos absolutos, o controle sobre os minerais críticos e a cadeia de produção de veículos elétricos coloca as prioridades da diplomacia chinesa fora da esfera dos biocombustíveis e as aproxima de um projeto de promoção de EVs (MATELLI, 2024, p. 225-231).

Talvez pela própria natureza das discussões no BRICS, que envolve perfis energéticos muito diferentes (KORNEEVA et al., 2024) e, portanto, a necessidade de dar mais atenção a uma miríade de outros temas, as possibilidades de cooperação nesse foro não sejam tão promissoras. Assim, a agenda dos biocombustíveis no BRICS aparece mais no campo retórico - cabendo aos integrantes a prerrogativa de desenvolver esse setor, em concordância com os objetivos gerais de descarbonização do grupo - do que em iniciativas concretas e conjuntas de promoção dos biocombustíveis mundialmente. Com a chegada de novos membros ao BRICS, é possível que essa agenda fique ainda mais diluída. Ainda assim, seria positivo caso o Brasil e a Índia conseguissem projetar a pauta dos biocombustíveis a partir do BRICS.

Além do BRICS, a CEM Plataforma para o Biofuturo, a Mission Innovation e a recém-criada Aliança Global para os Biocombustíveis (GBA) servem como foros de cooperação multilaterais, dos quais fazem parte o Brasil e a Índia. Entretanto, a concentração da produção e consumo de biocombustíveis em poucos países até os dias atuais (Ver tabela 1 e EBB, 2023, p. 4) dão a entender que a CEM Plataforma para o Biofuturo e a Mission Innovation tiveram

contribuição limitada para a difusão dos biocombustíveis internacionalmente, apesar de seus méritos na promoção de iniciativas de pesquisa, compartilhamento de boas práticas e promoção de interações entre autoridades e stakeholders de diferentes países. Isso fortalece a tese de que os mecanismos difusos de governança dos biocombustíveis não estão sendo suficientemente eficientes (SANDERINK, 2020; LIMA; GUPTA, 2013). Por outro lado, o pouco tempo de existência da GBA não permite uma avaliação muito conclusiva de suas atividades.

Cabe destacar, no entanto, a carência de estudos acadêmicos que avaliem de forma mais profunda e detalhada essas iniciativas multilaterais (BRICS, MI, Plataforma, GBA) e seus impactos específicos sobre o mercado global de biocombustíveis, ou sobre países específicos. Sendo assim, fica clara a necessidade de realização de estudos futuros para suprir essa lacuna.

Ainda assim, vários dos problemas que minaram as tentativas do Brasil de transformar os biocombustíveis em commodity global permanecem. A governança global em torno dos biocombustíveis permanece fragmentada, a oposição aos biocombustíveis (seja ela fundamentada no debate “food vs fuel”, nas diferentes perspectivas sobre a real intensidade de carbono dos biocombustíveis, ou em outros tipos de impactos ambientais e sociais destes) ainda existe e dificuldades de ordem prática ainda assolam países com potencial nesse setor (BIOFUTURE PLATFORM, 2018, p. 63-71). Logo, caso queira se consolidar, a GBA terá que encontrar soluções para estes problemas.

Nesse sentido, a criação da GBA talvez permita algum otimismo quanto à difusão dos biocombustíveis pela adesão significativa até o momento e por significar um potencial aumento de engajamento da Índia, ator emergente com crescente capacidade de influenciar o sistema internacional. Entretanto, a proposta da GBA de expandir o mercado global de biocombustíveis reunindo produtores, representantes governamentais e consumidores, para o compartilhamento de políticas públicas e boas práticas no setor, se assemelha às de outras organizações e iniciativas de impacto limitado (BRICS, Plataforma, MI), motivo pelo qual é preciso manter algum ceticismo. Além disso, o sucesso de uma organização internacional depende também da contribuição de seus membros. Caberá ao Brasil e à Índia, como dois dos principais nomes na produção de biocombustíveis, liderar os debates na GBA e orientar as discussões em torno dos biocombustíveis para a criação de parâmetros e metas concretas de adoção aos biocombustíveis. Nesse sentido, a ausência de alguns nomes importantes na produção de biocombustíveis na

GBA, como China, França e Alemanha, poderá ser um obstáculo a eventuais propostas elaboradas no âmbito da GBA.

Alguns aspectos da parceria entre Brasil e Índia também geram questionamentos interessantes. Apesar de ambos integrarem tanto a GBA quanto a Plataforma, as propostas semelhantes de promoção de biocombustíveis (ou da bioenergia e da bioeconomia em geral, no caso da Plataforma) tornam possível questionamentos quanto a uma possível “competição” entre Brasil (à frente da criação da Plataforma) e Índia (à frente da criação da GBA) pela liderança na agenda de biocombustíveis, ou talvez um possível descompasso nos esforços cooperativos. Contudo, não foram encontrados na literatura acadêmica consultada esclarecimentos sobre essa questão, o que suscita a necessidade de realização de estudos de campo com essa temática.

Para além disso, porém, surgem questionamentos quanto aos motivos pelos quais a cooperação bilateral e multilateral permanece limitada em impacto. Em primeiro lugar, talvez as limitações financeiras do Brasil e da Índia, que não dispõem da mesma capacidade de países como a China para financiar grandes projetos de infraestrutura em outros países, tenha sido determinante para limitar o impacto da parceria, já que países com potencial para produção de biocombustíveis às vezes carecem de infraestrutura adequada, precisando assim de financiamento estrangeiro. Por outro lado, a alternância de presidentes no Brasil e o desinteresse de alguns deles em desenvolver ações de política externa no setor de biocombustíveis, somados ao fato de que a Índia só recentemente parece ter intensificado suas ações no panorama internacional relacionadas à promoção dos biocombustíveis também são fatores dignos de consideração. Além disso, embora a experiência brasileira enquadrada na diplomacia do etanol seja bastante singular, seria interessante investigar se a presença de empresas indianas na África e o estímulo à produção de “*flex-crops*” não competiu com os interesses da diplomacia e das empresas brasileiras na produção de biocombustíveis nessa região.

Outras incertezas também pairam sobre o futuro dos biocombustíveis. A capacidade de geração de energia limpa e/ou renovável cresce de forma assimétrica entre diferentes países, ainda em intensidade insuficiente para suprir as necessidades do planeta (IEA, 2024a, p. 2). Ademais, os interesses geopolíticos de diferentes países condicionam as respectivas agendas de promoção e adoção de diferentes tecnologias e fontes de energia limpa e renovável ao redor do

mundo. O aprimoramento dos veículos elétricos e o possível surgimento de veículos baseados em hidrogênio certamente geram dúvidas quanto à longevidade dos biocombustíveis, especialmente na indústria de transportes terrestres, mas também existem indícios de que os biocombustíveis tenham sido subestimados no combate às questões climáticas (GAUTO et al., 2023)

Nesse contexto, novas tecnologias geram novos desafios de implementação de infraestrutura, que, em um mundo assimétrico, podem significar que a solução “ideal” dos EVs impulsionada por alguns não necessariamente é a melhor ou mais viável para outros (IEA BIOENERGY, 2024). Além disso, o peso dos combustíveis fósseis na economia e na garantia de segurança energética de vários países ainda é preocupante. De qualquer forma, frente à crise climática e às necessidades energéticas inerentes ao desenvolvimento, as lideranças globais precisam fazer escolhas, dentro de seus limites e mobilizando suas capacidades.

Sozinhos, os biocombustíveis não salvarão o planeta, mas têm um papel importante a desempenhar, para alguns mais do que para outros. Em que pesem todas as discussões e motivações complexas por trás do combate ao aquecimento global, o fato é que a humanidade precisa fazer mais em todas as esferas. No que diz respeito aos biocombustíveis, isso significa, no mínimo, agir em prol do aumento da produção e utilização destes, conforme metas projetadas por organismos internacionais. Para que isso aconteça, porém, é necessário que mais países sejam mobilizados por essa agenda, o que exige também uma maior proatividade de expoentes do setor, como o Brasil e a Índia. A cooperação entre esses países deve assumir novas dimensões, capazes de estimular a agenda dos biocombustíveis globalmente, caso contrário a situação climática do planeta poderá se tornar ainda mais drástica.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AFIONIS, S. et al. Unpacking Brazil's Leadership in the Global Biofuels Arena: Brazilian Ethanol Diplomacy in Africa. **Global Environmental Politics**, v. 16, n. 3, p. 127–150, ago. 2016.

AFIONIS, S.; STRINGER, L. C. Fuelling friendships or driving divergence? Legitimacy, coherence, and negotiation in Brazilian perceptions of European and American biofuels governance. **Energy Research & Social Science**, v. 67, p. 101487, set. 2020.

ALBUQUERQUE, Marianna. “Brasil e Índia nos foros multilaterais políticos”, In: UZIEL, Eduardo (Org.). **Brasil e Índia: os 75 Anos de Relações Diplomáticas e uma Agenda para o Futuro**. FUNAG. Brasília. 2023.

ALGBURI, Sameer et al. Green Hydrogen Role in Sustainable Energy Transformations: A Review. **Results in Engineering**, v. 26 p. 105109, 2025.

AFRICAN BIODIVERSITY NETWORK (ABN). **Agrofuels in Africa: The Impacts on Land, Food and Forests : Case Studies from Benin, Tanzania, Uganda and Zambia**. 2007.

BASTOS LIMA, M. G. Just transition towards a bioeconomy: Four dimensions in Brazil, India and Indonesia. **Forest Policy and Economics**, v. 136, p. 102684, mar. 2022.

BAKA, J. What wastelands? A critique of biofuel policy discourse in South India. **Geoforum**, v. 54, p. 315–323, jul. 2014.

BIOFUTURE PLATFORM. **Creating the Biofuture: A Report on the State of the Low Carbon Bioeconomy**. Brasília: Biofuture Platform. 2018a.

BIOFUTURE PLATFORM. **Governance Framework Document**. Biofuture Platform. 2018b.

BRASIL. **Decreto nº 19.717, de 20 de Fevereiro de 1931**. Estabelece a aquisição obrigatória de álcool, na proporção de 5% da gasolina importada, e dá outras providências. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1930-1939/decreto-19717-20-fevereiro-1931-518991-publicacaooriginal-1-pe.html>. 1931.

BRASIL. **Decreto nº 76.593, de 14 de Novembro de 1975**. Institui o Programa Nacional do Alcool e dá outras Providências. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1970-1979/decreto-76593-14-novembro-1975-425253-publicacaooriginal-1-pe.html>. 1975.

BRASIL. **Decreto nº 83.700, de 5 de Julho de 1979**. Dispõe sobre a execução do Programa Nacional do Alcool, cria o Conselho Nacional do Alcool - CNAL, a Comissão Executiva Nacional do Alcool - CENAL, e dá outras Providências. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1970-1979/decreto-83700-5-julho-1979-433063-publicacaooriginal-1-pe.html>. 1979.

BRICS. **Roadmap for BRICS Energy Cooperation 2025-2030**. 2025. Disponível em: <https://brics.br/pt-br/documentos/meio-ambiente-clima-e-gestao-de-desastres/roadmap-for-brics-energy-cooperation-2025-2030.pdf>.

CHIA, O. How oil has brought China, Russia and India closer together. **BBC**, 2 set. 2025.

CORRÊA DO LAGO, André Aranha. Brasil-Índia: Dimensão Energética da Parceria Estratégica. In. **Brasil e Índia: os 75 anos de relações diplomáticas e uma agenda para o futuro**. FUNAG. Brasília, 2023.

DALDEGAN, W., & CARVALHO, C. E. (2022). Brics como Fenômeno Dinâmico e Processual da Conjuntura Global: uma análise baseada nas Declarações das Cúpulas anuais de 2009-2020. Estudos Internacionais: **Revista**

De relações Internacionais Da PUC Minas, 10(1), 117–147. <https://doi.org/10.5752/P.2317-773X.2022v10n1p117-147>.

DALGAARD, Klaus Guimarães. The energy statecraft of Brazil: Promoting biofuels to African countries. **Foreign Policy Analysis**, v. 13, n. 2, p. 317-337, 2017.

DAS, S. The National Policy of biofuels of India – A perspective. **Energy Policy**, v. 143, p. 111595, ago. 2020.

“Data Page: Biofuels production”, part of the following publication: Hannah Ritchie, Pablo Rosado, and Max Roser (2023) - “**Energy**”. Data adapted from Energy Institute. Retrieved from <https://archive.ourworldindata.org/20250909-093708/grapher/biofuel-production.html>. [online resource] (archived on September 9, 2025).

DE ALMEIDA MAGALHÃES, J.P., KUPERMAN, N., CRIVANO MACHADO, R., 1991. **ProÁlcool; uma avaliação global**. Assessores Técnicos Ltda, Rio de Janeiro, RJ.

DI LUCIA, L. Too difficult to govern? An assessment of the governability of transport biofuels in the EU. **Energy Policy**, v. 63, p. 81–88, dez. 2013.

DOE. **Bioproducts to Enable Biofuels Workshop Summary Report**. 2015.

DUARTE, J. Mudanças Da Política Externa Brasileira Para A Bioenergia: Análise Dos Acordos Internacionais De Dilma Rousseff A Jair Bolsonaro (2011-2022) | Changes In The Brazilian Foreign Policy To Bioenergy: An Analysis Of International Agreements From Dilma Rousseff To Jair Bolsonaro. **Revista Neiba, Cadernos Argentina Brasil**, v. 12, 22 dez. 2023.

ERIXON, Fredrik. *Green protectionism in the European Union: How Europe’s biofuels policy and the Renewable Energy Directive violate WTO commitments*. Bruxelas: ECIPE, 2009 (ECIPE Occasional Paper, n. 1).

EUROPEAN BIODIESEL BOARD (EBB). **Statistical Report 2023**. Disponível em: <https://ebb-eu.org/news/ebb-statistical-report-2023/>. 2023.

FEITOSA, Lucas Marques; MAZZARELLA, Maria Gabriela Mendonça; DO NASCIMENTO, Luiz Fernando Oliveira. A Diplomacia do Etanol na América Latina e Caribe: O que queria o Brasil?| Ethanol Diplomacy in Latin America and the Caribbean: What Did Brazil Want?(2003-2010). **Mural Internacional**, v. 13, p. 68248-68248, 2022.

FULQUET, G.; PELFINI, A. Brazil as a new international cooperation actor in sub-Saharan Africa: Biofuels at the crossroads between sustainable development and natural resource exploitation. **Energy Research & Social Science**, v. 5, p. 120–129, jan. 2015.

GAUTO, M. A. et al. Hybrid vigor: Why hybrids with sustainable biofuels are better than pure electric vehicles. **Energy for Sustainable Development**, v. 76, p. 101261, 1 out. 2023.

GRAIN. **Karuturi Global’s new land deal in Ethiopia must be scrapped**. Disponível em: <https://grain.org/en/article/6258-karuturi-global-s-new-land-deal-in-ethiopia-must-be-scrapped>. 2019

HAFFNER, J. A.; KOSMINSKY, M. R. Brasil–Índia pós-1990: uma análise das relações comerciais e de cooperação. **Conjuntura Austral**, v. 6, n. 32, p. 19, 27 nov. 2015.

HALE, E. **Will global oil prices keep rising due to the Israel-Hamas war?** Disponível em: <https://www.aljazeera.com/economy/2023/10/10/will-global-oil-prices-keep-rising-due-to-the-israel-hamas-war>. 2023.

HULES, M.; SINGH, S. J. India’s land grab deals in Ethiopia: Food security or global politics? **Land Use Policy**, v. 60, p. 343–351, jan. 2017.

IEA (2023a), **Biofuel Policy in Brazil, India and the United States**, IEA, Paris <https://www.iea.org/reports/biofuel-policy-in-brazil-india-and-the-united-states>, Licence: CC BY 4.0

IEA (2023b), **Net Zero Roadmap: A Global Pathway to Keep the 1.5 °C Goal in Reach**. IEA, Paris Disponível em: <https://www.iea.org/reports/net-zero-roadmap-a-global-pathway-to-keep-the-15-c-goal-in-reach>. Licence: CC BY 4.0

IEA (2024a), **World Energy Outlook 2024**, IEA, Paris <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2024>, Licence: CC BY 4.0 (report); CC BY NC SA 4.0 (Annex A)

IEA (2024b), **Carbon Accounting for Sustainable Biofuels**, IEA, Paris <https://www.iea.org/reports/carbon-accounting-for-sustainable-biofuels>, Licence: CC BY 4.0

IEA (2024c), **Renewables 2024**, IEA, Paris <https://www.iea.org/reports/renewables-2024>, Licence: CC BY 4.0

IEA (2025a), **Global EV Outlook 2025**, IEA, Paris <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2025>, Licence: CC BY 4.0

IEA (2025b), **World Energy Investment 2025**, IEA, Paris <https://www.iea.org/reports/world-energy-investment-2025>, Licence: CC BY 4.0

IEA BIOENERGY. **Biofuels in Emerging Markets of Africa and Asia: An overview of costs and greenhouse gas savings**. 2024. Disponível em: <https://www.ieabioenergy.com/blog/publications/biofuels-in-emerging-markets-of-africa-and-asia-an-overview-of-costs-and-greenhouse-gas-savings/>.

IPES-Food. **Land Squeeze: What is driving unprecedented pressures on global farmland and what can be done to achieve equitable access to land?**. Disponível em: <https://ipes-food.org/report/land-squeeze/>. 2024.

IPCC, 2021: **Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change** [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2391 pp. doi:10.1017/9781009157896.

IRENA. **Renewable energy statistics 2025**, International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi. 2025

KORNEEVA, E. et al. Sustainable energy development through BRICS cooperation in technology and innovations. **E3S Web of Conferences**, v. 592, n. 1, 20 nov. 2024.

LIMA, M. G. B.; GUPTA, J. The Policy Context of Biofuels: A Case of Non-Governance at the Global Level? **Global Environmental Politics**, v. 13, n. 2, p. 46–64, maio 2013.

MADAN, Tanvi. The Brookings Foreign Policy Studies – Energy Security Series: India. Washington, D.C.: The Brookings Institution, Nov. 2006. Disponível em: <https://www.brookings.edu/wp-content/uploads/2016/06/2006india.pdf>.

MATELLI, Bruno. “Aliança Global de Biocombustíveis: janela de oportunidade para a promoção internacional da bioenergia brasileira”, In: **Cadernos de Política Exterior Ano X, Número 15**. FUNAG. Brasília. 2024.

MAYNES, C. **Here’s what’s behind Russia cutting off its last gas line to Europe**. Disponível em: <https://www.npr.org/2025/01/09/nx-sl-5247514/russia-gas-moldova-transnistria-ukraine-war>. 2025.

MEDEIROS, M.; FROIO, L. Actors, Interests and Strategies of Brazilian Foreign Policy on Biofuels. **Brazilian Political Science Review**, v. 6, n. 1, p. 37–52, 1 jan. 2012.

MILANEZ, Artur Yabe et al. **O Acordo de Paris e a transição para o setor de transportes de baixo carbono: o papel da Plataforma para o Biofuturo**. 2017.

MINISTRY OF EXTERNAL AFFAIRS (MEA). **Host Country Agreement signed between India and the Global Biofuels Alliance.** Disponível em: <<https://www.mea.gov.in/press-releases.htm?dtl/38411/Host+Country+Agreement+signed+between+India+and+the+Global+Biofuels+Alliance>>. 2024.

MME. **Brasil e Índia firmam acordo para ampliar cooperação em energias renováveis.** Disponível em: <<https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/noticias/brasil-e-india-firmam-acordo-para-ampliar-cooperacao-em-energias-renovaveis>>. 2025.

MME. **Participação do etanol de milho cresce e ganha protagonismo no setor energético brasileiro.** Disponível em: <<https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/noticias/participacao-do-etanol-de-milho-cresce-e-ganha-protagonismo-no-setor-energetico-brasileiro>>. 2025.

NEDER, V. **Petróleo faz país vizinho ser o que mais cresce no mundo. Veja qual é.** Disponível em: <<https://oglobo.globo.com/economia/noticia/2025/05/30/petroleo-faz-pais-vizinho-ser-o-que-mais-cresce-no-mundo-veja-qual-e.ghtml>>. 2025.

NUNES, J. **Brasil realiza leilão de 172 áreas para exploração de petróleo.** Disponível em: <<https://g1.globo.com/economia/noticia/2025/06/17/governo-realiza-leilao-de-172-areas-para-exploracao-de-petroleo-no-pais.ghtml>> 2025.

PEISELER, L., SCHENKER, V., SCHATZMANN, K. et al. Carbon footprint distributions of lithium-ion batteries and their materials. *Nat Commun* 15, 10301 (2024). <https://doi.org/10.1038/s41467-024-54634-y>

RITCHIE, H.; ROSADO, P. **Fossil Fuels.** Disponível em: <<https://ourworldindata.org/fossil-fuels>>. 2023.

RODELL, Matthew; VELICOGNA, Isabella; FAMIGLIETTI, James S. Satellite-based estimates of groundwater depletion in India. *Nature*, v. 460, n. 7258, p. 999-1002, 2009.

ROSEGRANT, M. W.; MSANGI, S. Consensus and Contention in the Food-Versus-Fuel Debate. *Annual Review of Environment and Resources*, v. 39, n. 1, p. 271–294, 17 out. 2014.

ROWDEN, R. Indian Companies Engaged in Agricultural “Land Grabbing” in Africa: The Need for Indo-african Solidarity Linkages. *Human Geography*, v. 4, n. 3, p. 72–87, nov. 2011.

SAKLANI, U. et al. Hydro-energy cooperation in South Asia: Prospects for transboundary energy and water security. *Environmental Science & Policy*, v. 114, p. 22–34, dez. 2020.

SANDERINK, L. Shattered frames in global energy governance: Exploring fragmented interpretations among renewable energy institutions. *Energy Research & Social Science*, v. 61, p. 101355, mar. 2020.

SARAVANAN, A. P. et al. Biofuel policy in India: A review of policy barriers in sustainable marketing of biofuel. *Journal of Cleaner Production*, v. 193, p. 734–747, ago. 2018.

SARAVANAN, A. P.; PUGAZHENDHI, A.; MATHIMANI, T. A comprehensive assessment of biofuel policies in the BRICS nations: Implementation, blending target and gaps. *Fuel*, v. 272, p. 117635, jul. 2020.

SILVA, O., FISCHETTI, D.. **Ethanol Revolution; Green and Yellow.** Bizz Editorial, São Paulo. 2008.

STATTMAN, S. L.; HOSPES, O.; MOL, A. P. J. Governing biofuels in Brazil: A comparison of ethanol and biodiesel policies. *Energy Policy*, v. 61, p. 22–30, out. 2013.

THE INDEPENDENT. **Mabira: No storm in Mehta’s tea cup.** Disponível em: <<https://www.independent.co.uk/mabira-no-storm-mehtas-tea-cup>>. 2011.

TOSUN, Jale; HEINZ-FISCHER, Christin; LUO, Rui. Who takes the lead? A disaggregate analysis of the EU's engagement in the Clean Energy Ministerial and Mission Innovation. **Journal of Cleaner Production**, v. **382**, p. 135240, 2023.

TREBAT, T. J. (2025). The Role of Biofuels and the Global Biofuels Alliance in the Global Energy Transition. **Journal of Economic Issues**, 59(2), 516–525. <https://doi.org/10.1080/00213624.2025.2493552>

TULONE, A. et al. Main intrinsic factors driving land grabbing in the African countries' agro-food industry. **Land Use Policy**, v. 120, p. 106225, set. 2022.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP) (2024). Emissions Gap Report 2024: No more hot air ... please! With a massive gap between rhetoric and reality, countries draft new climate commitments. Nairobi. <https://doi.org/10.59117/20.500.11822/46404>.

URBAN, F. et al. Firm-level technology transfer and technology cooperation for wind energy between Europe, China and India: From North–South to South–North cooperation? **Energy for Sustainable Development**, v. 28, p. 29–40, out. 2015.

WINZER, C. Conceptualizing energy security. **Energy Policy**, v. 46, p. 36–48, jul. 2012.