

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
CENTRO DE CIÊNCIAS JURÍDICAS E ECONÔMICAS
FACULDADE DE DIREITO**

**O BIOGÁS E O BIOMETANO COMO ACELERADORES DA TRANSIÇÃO
ENERGÉTICA E SUA IMPORTÂNCIA PARA O ATENDIMENTO DAS NDCs
BRASILEIRAS NO ACORDO DE PARIS**

ISADORA MARQUES MERLI

**Rio de Janeiro
2023**

ISADORA MARQUES MERLI

**O BIOGÁS E O BIOMETANO COMO ACELERADORES DA TRANSIÇÃO
ENERGÉTICA E SUA IMPORTÂNCIA PARA O ATENDIMENTO DAS NDCs
BRASILEIRAS NO ACORDO DE PARIS**

Monografia de final de curso, elaborada no âmbito da graduação em Direito da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como pré-requisito para obtenção do grau de bacharel em Direito, sob a orientação da **Professora Dra. Carolina Araújo de Azevedo Pizoeiro Gerolimich.**

Rio de Janeiro

2023

CIP - Catalogação na Publicação

M565b Merli, Isadora Marques
O biogás e o biometano como aceleradores da transição energética e sua importância para o atendimento das NDCs brasileiras no Acordo de Paris / Isadora Marques Merli. -- Rio de Janeiro, 2023.
74 f.

Orientadora: Carolina Araújo de Azevedo Pizoeiro Gerolimich.
Trabalho de conclusão de curso (graduação) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Faculdade Nacional de Direito, Bacharel em Direito, 2023.

1. Transição Energética. 2. Biogás. 3. Biometano. 4. Acordos Internacionais. 5. Acordo de Paris. I. Gerolimich, Carolina Araújo de Azevedo Pizoeiro, orient. II. Título.

ISADORA MARQUES MERLI

**O BIOGÁS E O BIOMETANO COMO ACELERADORES DA TRANSIÇÃO
ENERGÉTICA E SUA IMPORTÂNCIA PARA O ATENDIMENTO DAS NDCs
BRASILEIRAS NO ACORDO DE PARIS**

Monografia de final de curso, elaborada no âmbito da graduação em Direito da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como pré-requisito para obtenção do grau de bacharel em Direito, sob a orientação da **Professora Dra. Carolina Araújo de Azevedo Pizoeiro Gerolimich.**

Data de Aprovação: 07/11/2023.

Banca Examinadora:

Prof. Dra. Carolina Araújo de Azevedo Pizoeiro Gerolimich (Orientadora)

Prof. Dra. Luciana Silveira

Rio de Janeiro

2023

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Adriana e Walter por todo o empenho e cuidado desde o início da minha educação. A falta que me fazem no cotidiano é compensada com os frutos gloriosos desta jornada acadêmica.

Dedico o tema da transição energética especialmente ao meu pai, uma vez que me incentivou durante o ensino médio a frequentar o curso técnico em Petróleo, Gás e Energia, onde pude ser apresentada a esse conceito. Também agradeço por ter me repassado seu interesse em tecnologia, sustentabilidade e progresso.

Dedico também aos meus familiares em São Paulo que, mesmo distantes, sempre zelaram por mim e por meu estudo.

Aos grandes amigos que conheci na Faculdade Nacional de Direito, em especial à Camila Moraes e Júlia Helen Soares, que compõem comigo o trio que se tornou minha família no Rio de Janeiro. A João Gabriel Moraes e Rodrigo Rosa, pela companhia no dia a dia e apoio acadêmico. À Alissa Ishakewitsch, minha companheira de primeiro estágio e amiga que está trilhando seu estudo na Áustria. À Luiza Rianelli, por ter sido minha dupla nas primeiras publicações acadêmicas. A João Ricardo Dias, pela parceria desde o primeiro ano. À Bruna Pereira, por ser um grande suporte no meu final de curso.

Aos meus professores, em especial à minha orientadora Carolina Pizoeiro, que me incentivou a não desistir da advocacia focada em infraestrutura e energia e que me orientou não apenas na monografia, mas em como seguir a minha carreira jurídica. Não poderia deixar de agradecer-lá também por toda a parceria no LEME e AIEN Club.

Ao Faveret, Tepedino, Londres & Fraga Advogados (“FTLF”), pela confiança em meu profissionalismo e pelas oportunidades que me foram ofertadas para trabalhar com projetos de biometano que, sem dúvidas, instigaram a escolha do tema deste trabalho monográfico.

“É que tinha em si mesma uma certa flor fresca. Pois, por estranho que pareça, ela acreditava. Era apenas fina matéria orgânica. Existia. Só isto. E eu? De mim só se sabe que respiro. Embora só tivesse nela a pequena flama indispensável: um sopro de vida”

- Clarice Lispector

RESUMO

Esta pesquisa tem como propósito investigar a evolução da indústria de biogás e biometano no Brasil e seus resultados à luz da regulação e políticas públicas existentes. Nesse escopo, a monografia pretende demonstrar a importância desses gases para a transição energética, fomentada por acordos internacionais como o Acordo de Paris, onde o Brasil estabeleceu como meta utilizar da bioenergia para compor 18% da matriz energética do país até 2030.

Palavras-chave: Transição Energética; Biogás; Biometano; Acordos Internacionais; Acordo de Paris.

ABSTRACT

The purpose of this research is to investigate the evolution of the biogas and biomethane industry in Brazil and its results considering existing regulations and public policies. Within this scope, this monograph aims to demonstrate the importance of these gases for the energy transition, as promoted by international accords such as the Paris Agreement. Brazil has set itself the objective of using bioenergy to make up 18% of the country's energy matrix by 2030, as per the aforementioned accord.

Keywords: Energy Transition; Biogas; Biomethane; International Agreements; Paris Agreement.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Investimento global em energia limpa e em combustíveis fósseis: 2015 a 2023	22
Figura 2 - Etapas para produção, transporte e aplicação energética do biometano	26
Figura 3 - Total de Emissões de CO2 no Brasil entre 2014 e 2020.....	36
Figura 4 - Potencial Produtivo do biogás ou biometano por matéria-prima em 2018.....	41
Figura 5 - Características físico-químicas do biometano na Resolução ANP nº 886/2022.....	51
Figura 6 - Características físico-químicas do gás natural na Resolução ANP nº 16/08	52
Figura 7 - Metas do Programa RenovaBio em CBIOs	55
Figura 8 - Mercado Primário de CBIOs	57

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABC	Agricultura de Baixa Emissão de Carbono
ABiogás	Associação Brasileira do Biogás
ACV	Análise de Ciclo de Vida
ANP	Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis
bcm	Bilhões de Metros Cúbicos de Biometano
BNDES	Banco Nacional do Desenvolvimento
CBIO	Crédito de Descarbonização
Cide	Contribuição de Intervenção no Domínio Econômico
CNPE	Conselho Nacional de Política Energética
CO ₂	Gás Carbônico
COP21	21ª Conferência das Partes
COPEL	Companhia Paranaense de Energia
Emater	Empresa Brasileira de Assistência Técnica e Extensão Rural
Embrapa	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
FNMC	Fundo Nacional sobre Mudança do Clima
GD	Geração Distribuída
GEE	Gases de Efeito Estufa
GNV	Gás Natural Veicular
IEA	Agência Internacional de Energia
IPi	Imposto sobre Produtos Industrializados
MBtu	Milhão de Unidades Térmicas Britânicas
MDL	Mecanismo de Desenvolvimento Limpo
MMA	Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima
MME	Ministério de Minas e Energia
MT	Megatoneladas
Mtep	Milhões de Toneladas Equivalentes de Petróleo
NDC	Contribuição Nacionalmente Determinada
Nm ³	Metros Cúbicos Normais
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
ONU	Organização das Nações Unidas

PIBB	Programa de Incentivo à Produção e ao Aproveitamento de Biogás, de Biometano e de Coprodutos Associados
PL	Projeto de Lei
PME	Programa de Mobilização Energética
PNMC	Política Nacional sobre Mudança do Clima
RenovaBio	Política Nacional de Biocombustíveis
TCPs	Programas de Colaboração em Tecnologia
TER	Tecnologias de Energia Renovável
UNFCCC	Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	12
1 TRANSIÇÃO ENERGÉTICA: UM CONCEITO GLOBAL	16
1.1 Transição do vapor ao petróleo e do petróleo às energias renováveis.....	18
1.2 Transição energética e os esforços contemporâneos	20
1.3 Biogás e biometano como alternativa na matriz energética	23
1.3.1 Tecnologias e matérias-primas na produção do biogás	24
1.3.2 Produção de biometano e sua função complementar ao gás natural	26
1.3.3 Benefícios do biogás e biometano e o potencial brasileiro.....	29
2 VISÃO INTERNACIONAL DO BIOGÁS: O TRATADO DE PARIS E AS CONSIDERAÇÕES DA IEA.....	31
2.1 Tratados e acordos como fonte de direito internacional	31
2.1.1 O acordo de Paris para reduzir as emissões de gases de efeito estufa.....	32
2.2 Perspectiva da iea sobre o biogás e biometano.....	39
3 HISTÓRICO DO BIOGÁS NO BRASIL	44
3.1 Tratamento destinado ao biometano pela nova lei do gás	47
3.2 Programa RenovaBio.....	53
3.2.1 Eixo 1: Definição das metas de redução de emissões de GEE	54
3.2.2 Eixo 2: A certificação da produção de biocombustíveis	55
3.2.3 Eixo 3: O Crédito de Descarbonização (CBIO)	56
3.3 Balanço do RenovaBio	57
3.4 Programa metano zero	58
3.5 Projeto de lei nº 2193/2020.....	60
CONCLUSÃO.....	62
REFERÊNCIAS	65

INTRODUÇÃO

A transição energética é dada como o compromisso assumido pelas nações para reduzir a utilização dos combustíveis fósseis e demais fontes não renováveis na matriz energética global, com a intenção de coibir as emissões de gases de efeito estufa (“GEE”). Essa transição energética atuará, em princípio, por meio da difusão das energias renováveis com o fim de gerar eletricidade ou substituir os combustíveis fósseis. Nesse sentido, ao passo que o setor energético se modifica, uma regulação condizente com as novas tecnologias em geração de energia se mostra necessária, com a intenção de facilitar o progresso das fontes verdes e atingir a maior segurança jurídica possível¹.

Diante dessas metas, é fundamental entender o papel do Acordo de Paris no compromisso com a transição energética. Assinado em 2015, o Acordo contabiliza 196 países signatários, incluindo o Brasil², e tem como principal objetivo atingir uma estabilidade na média de aumento da temperatura global abaixo dos 2 °C, além de promover um futuro com emissão de carbono reduzida³. Nessa lógica, os entes estatais vêm propondo medidas para atingir a neutralidade de carbono, especialmente entre as décadas de 2040 a 2060⁴.

Entretanto, é imperioso apontar que os países que buscam atingir a plena transição energética estão submetidos aos seus próprios entraves regulatórios e a atrasos políticos e técnicos na formulação das normativas e resoluções necessárias às metas⁵. Esses impedimentos se dão seja pelos hábitos em geração de energia por combustíveis fósseis, seja pelos elementos políticos e econômicos de cada Estado.

Em uma análise dos sistemas energéticos atuais, de maneira geral, estes estão consolidados na geração de energia fóssil, assim, os objetivos sustentáveis perseguidos são submetidos à formulação de políticas energéticas conglobadas. Visto isso, as barreiras não serão

¹ MERLI, I. M. Transição energética: uma análise comparada sobre a regulação e políticas em eólica offshore, energia fotovoltaica e hidrogênio verde no panorama da União Europeia, China e Brasil. In: WORKSHOP DE ESTRATÉGIAS DE PESQUISA EM DIREITO INTERNACIONAL PRIVADO, 4., (trabalho não publicado), p. 1.

² SILVA, J. P. C.; MERLI, I. M. Transição energética e China: como aspectos de desenvolvimento sustentável dialogam com investimentos chineses a nível global? In: RIO OIL & GAS EXPO AND CONFERENCE, 2022, Rio de Janeiro. *Anais eletrônicos* [...]. Rio de Janeiro: IBP, 2022, p. 2. Disponível em: <https://biblioteca.ibp.org.br/scripts/bnmapi.exe?router=upload/35152>. Acesso em: 08 out. 2023.

³ *Ibid.*, p. 2.

⁴ MERLI, *op. cit.*, p. 2

⁵ *Ibid.*, p. 2.

homogêneas, assim como as abordagens regulatórias adotadas, já que o cenário das energias é construído a partir de uma diversidade de tecnologias com variável nível de emissão de poluentes⁶.

Nesse sentido, após a adesão brasileira a acordos e conferências climáticas na década de 1990, viu-se necessário elaborar uma lei que fosse consonante com a promoção da mitigação de emissões de gases de efeito estufa e o desenvolvimento sustentável.

Em aceitação a tal prerrogativa, o Brasil promulgou a Lei nº 12.187/2009⁷, onde instaurou a Política Nacional sobre Mudança do Clima (“PNMC”), que abarcava os objetivos do país para atenuar as emissões de gases de efeito estufa entre 36,1% e 38,9% até o ano 2020. Em seguida ao PNMC, o Decreto nº 7.390/2010⁸ forneceu planos setoriais para uma economia mais verde, modificado pelo Decreto nº 9.578/2018⁹.

No âmbito de tais políticas em energia que vêm sendo delineadas desde os anos 2000, a Empresa de Pesquisa Energética (“EPE”) vinculada ao Ministério de Minas e Energia (“MME”) apresentou o “Plano Nacional de Energia 2030”¹⁰ em 2007, o primeiro estudo de planejamento de longo prazo em caráter energético, com ações que envolvem a geração de energias renováveis e as tecnologias que seriam alinhadas à matriz energética brasileira até o ano 2030.

⁶ MERLI, I. M. Transição energética: uma análise comparada sobre a regulação e políticas em eólica offshore, energia fotovoltaica e hidrogênio verde no panorama da União Europeia, China e Brasil. In: WORKSHOP DE ESTRATÉGIAS DE PESQUISA EM DIREITO INTERNACIONAL PRIVADO, 4., (trabalho não publicado), p. 2.

⁷ BRASIL. **Lei Nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009**. Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 2009. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/112187.htm. Acesso em: 08 out. 2023.

⁸ BRASIL. **Decreto Nº 7.390, de 9 de dezembro de 2010**. Regulamenta os arts. 6º, 11 e 12 da Lei no 12.187, de 29 de dezembro de 2009, que institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC, e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 2010. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/decreto/d7390.htm. Acesso em: 08 out. 2023.

⁹ BRASIL. **Decreto Nº 9.578, de 22 de novembro de 2018**. Consolida atos normativos editados pelo Poder Executivo federal que dispõem sobre o Fundo Nacional sobre Mudança do Clima, de que trata a Lei nº 12.114, de 9 de dezembro de 2009, e a Política Nacional sobre Mudança do Clima, de que trata a Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009. Brasília, DF: Presidência da República, 2018. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/decreto/d9578.htm. Acesso em: 08 out. 2023.

¹⁰ MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA (MME); EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). **Plano Nacional de Energia 2030**. Brasília, DF: MME; EPE, 2007. *E-book*. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-165/topico-173/PNE%202030%20-%20Proje%C3%A7%C3%B5es.pdf>. Acesso em: 08 out. 2023.

No mesmo sentido, em 2020, o EPE atualizou o Plano Nacional de Energia, dessa vez até o ano 2050¹¹.

Visto o posto, no que tange à utilização das energias renováveis compatíveis com a matriz energética brasileira, esta monografia pretende analisar a presente regulação no âmbito do biogás e biometano, grandes promessas para a competitividade do Brasil no mercado de créditos de carbono e para a redução das emissões gerais de gases de efeito em estufa, em conformidade com as metas do Acordo de Paris.

Ao primeiro capítulo será apresentada a Transição Energética como uma tendência global intrínseca para um desenvolvimento socioeconômico equilibrado e o biogás e biometano como combustíveis renováveis de grande potencial local e mundial.

Ao segundo capítulo pretende-se detalhar o contexto do Acordo de Paris e como o biogás e o biometano são importantes atores para a satisfação da Contribuição Nacionalmente Determinada ("NDC"¹²) brasileira no Acordo, além das perspectivas da Agência Internacional de Energia ("IEA"¹³) sobre o biogás e o biometano.

Ao terceiro capítulo busca-se expor o histórico do desenvolvimento das tecnologias e regulações associadas ao biogás e biometano no Brasil, além de detalhar o tratamento dado pela Nova Lei do Gás (Lei nº 14.134, de 8 de abril de 2021) a tais gases. Nesse capítulo também serão apresentadas as atuais Resoluções editadas pela Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis ("ANP") sobre o biometano e as políticas públicas e projetos de lei elaborados nesse assunto.

Por fim, será desenvolvida uma conclusão crítica acerca das medidas regulatórias e políticas públicas em biogás e biometano adotadas pelo Brasil para atingir as metas de descarbonização do Acordo de Paris.

¹¹ MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA (MME); EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). **Plano Nacional de Energia 2050**. Brasília, DF: MME; EPE, 2020. *E-book*. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-227/topico-563/Relatorio%20Final%20do%20PNE%202050.pdf>. Acesso em: 08 out. 2023.

¹² Nationally Determined Contribution

¹³ International Energy Agency

O método aplicado à análise do tema é a pesquisa analítica e exploratória documental, realizada a partir da legislação vigente, escopo de programas governamentais, obras bibliográficas e doutrinárias, artigos científicos, notícias à disposição do público, entre outras fontes.

1 TRANSIÇÃO ENERGÉTICA: UM CONCEITO GLOBAL

De pronto início à análise do conteúdo a ser discorrido ao longo dos demais capítulos, é de fundamental importância abordar o compromisso global para a transição energética como fator de influência direta nos investimentos em biogás e biometano no Brasil e o desenvolvimento da regulação adequada para atendimento dos objetivos gerais dispostos no Acordo de Paris.

Nessa égide, parte-se do princípio de que a transição energética acompanha a meta mundialmente assumida para redução do uso de combustíveis fósseis e/ou fontes não renováveis na matriz energética global, com o propósito de ver atenuadas as emissões de gases do efeito estufa, procurando assegurar um futuro com baixa emissão de carbono, adaptável, próspero e justo¹⁴.

Isso faz com que seja necessária uma estruturação de mercado robusta, com a participação de autarquias, órgãos reguladores e empresas, que represente um bojo de incentivos financeiros, tanto governamentais como privados, alinhados às necessidades globais para uma economia mais verde.

Nesse contexto, uma diversidade de definições de transição energética se destaca de forma a complementarem-se. Em visão ampla e multidisciplinar, O'Connor define a transição energética como “Um conjunto particularmente significativo de mudanças nos padrões de uso de energia em uma sociedade, potencialmente afetando recursos, operadoras, conversores e serviços.”¹⁵

Em sentido próximo à morfologia da palavra transição, Hirsh e Jones definem a transição energética como “Substituição de combustíveis e suas tecnologias associadas”¹⁶. Dentro do

¹⁴ SILVA, J. P. C.; MERLI, I. M. Transição energética e China: como aspectos de desenvolvimento sustentável dialogam com investimentos chineses a nível global? In: RIO OIL & GAS EXPO AND CONFERENCE, 2022, Rio de Janeiro. **Anais eletrônicos** [...]. Rio de Janeiro: IBP, 2022, p. 3. Disponível em: <https://biblioteca.ibp.org.br/scripts/bnmapi.exe?router=upload/35152>. Acesso em: 08 out. 2023.

¹⁵ O'CONNOR, 2010 *apud* ZOTIN, M. Z. **O papel da China na transição energética global**: estado, indústria e recursos. 2018. Dissertação (Mestrado em Planejamento Energético) – Programa de Pós-Graduação em Planejamento Energético, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2018, p. 32. Disponível em: http://www.ppe.ufrj.br/images/publica%C3%A7%C3%B5es/mestrado/Marianne_Zanon_Zotin._MESTRAD_O-2018.pdf. Acesso em: 08 out. 2023.

¹⁶ HIRSH; JONES, 2014 *apud* ZOTIN, M. Z. **O papel da China na transição energética global**: estado, indústria e recursos. 2018. Dissertação (Mestrado em Planejamento Energético) – Programa de Pós-Graduação em Planejamento Energético, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2018, p. 32. Disponível em:

mesmo viés, Sgouridis e Csala delinham a transição energética como o “Processo controlado que se orienta para uma sociedade técnica, avançada, pela substituição de todas as grandes fontes fósseis de energia primária por recursos renováveis sustentáveis, ao mesmo tempo que mantém suficiente nível de serviço energético final *per capita*”¹⁷.

Por fim, na óptica da transição para a energética limpa está Isoaho, Goritz e Schulz, que a interpretam como a “Mudança de um regime energético baseado em fontes fósseis (intensivo em poluição) para um limpo (em termos de tecnologias de energia renovável (TER): solar, eólica, biomassa, geotérmica e pequena hidrelétrica)”¹⁸.

A partir dessas quatro concepções de transição energética, é possível visualizá-la como um processo de gradual implantação e aproveitamento de novas fontes de energia diante do desenvolvimento de tecnologias que propiciam o beneficiamento mais eficiente de tais energias. Essa transição tem o potencial de impactar e modificar a relação que a sociedade e a economia possuem entre si e com o meio ambiente.

Contudo, também é imperioso visualizar que a sociedade já enfrentou transições energéticas anteriores, não voltadas ao uso de fontes sustentáveis, mas que corroboram com a firme hipótese de que uma nova transição energética é plausível e lógica perante a dinâmica global e as necessidades econômicas e sociais.

Portanto, no curso histórico, o conjunto de condições econômicas, políticas e tecnológicas impactaram em como a sociedade planeja a sua subsistência e transforma o uso das fontes de energia primária disponíveis na busca pelo aumento produtivo e eficiência das trocas entre populações, culminando em um aperfeiçoamento e sofisticação da economia e das relações internacionais. “Diferentes modos de produção se estabeleceram ao redor do mundo,

http://www.ppe.ufrj.br/images/publica%C3%A7%C3%B5es/mestrado/Marianne_Zanon_Zotin._MESTRAD O-2018.pdf. Acesso em: 08 out. 2023.

¹⁷ SGOURIDIS; CSALA, 2014 *apud* ZOTIN, M. Z. **O papel da China na transição energética global**: estado, indústria e recursos. 2018. Dissertação (Mestrado em Planejamento Energético) – Programa de Pós-Graduação em Planejamento Energético, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2018, p. 32. Disponível em:

http://www.ppe.ufrj.br/images/publica%C3%A7%C3%B5es/mestrado/Marianne_Zanon_Zotin._MESTRAD O-2018.pdf. Acesso em: 08 out. 2023.

¹⁸ ISOAHO; GORITZ; SCHULZ, 2016 *apud* ZOTIN, M. Z., *op. cit.*, p. 32.

configurando as estruturas sociais da apropriação e controle de recursos e conversores em cada parte do globo”¹⁹.

1.1 Transição do vapor ao petróleo e do petróleo às energias renováveis

Na crescente mundial, para efeitos objetivos desta monografia, a primeira “transição energética” que deve ser ressaltada foi a utilização do petróleo como fonte de iluminação artificial a querosene durante os séculos XVIII e XIX, substituindo o óleo de baleia que, de maneira predatória, também é biomassa²⁰.

Destaca-se que a biomassa de modo geral representava 85% do consumo mundial de energia²¹, e, em período ainda anterior, era praticamente a única forma de energia utilizada, além da força dos ventos para a navegação e pequenas quantidades de carvão com a finalidade de aquecer as residências.

Com a Revolução Industrial, iniciou-se o uso das máquinas a vapor. Nesse contexto, a importância do carvão, que era ínfima, cresceu para 15% em 1850 e aumentou rapidamente para 50% ao final do século XIX²².

Entretanto, a adoção do querosene na iluminação propiciou o funcionamento em turno ampliado das fábricas e extensão da produtividade, o que, já com a introdução da energia elétrica, culminou na fabricação em larga escala do motor à combustão no início do século XX.

¹⁹ ZOTIN, M. Z. **O papel da China na transição energética global**: estado, indústria e recursos. 2018. Dissertação (Mestrado em Planejamento Energético) – Programa de Pós-Graduação em Planejamento Energético, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2018, p. 10-11. Disponível em: http://www.ppe.ufrj.br/images/publica%C3%A7%C3%B5es/mestrado/Marianne_Zanon_Zotin._MESTRAD_O-2018.pdf. Acesso em: 08 out. 2023.

²⁰ MCELROY, M. **Energy**: perspectives, problems, and prospects. Oxford: Oxford university press, 2009. Disponível em: https://books.google.com.br/books?id=mb-zKh-8ZhIC&printsec=frontcover&redir_esc=y#v=onepage&q=whale&f=false, p. 130. Acesso em: 08 out. 2023.

²¹ ALIOTTE, F. F. **Indicador de preço para valoração da biomassa a partir da geração de vapor no Estado de São Paulo**. 2020. Dissertação (Mestrado em Agronegócio) – Fundação Getúlio Vargas, São Paulo, 2020. Disponível em: [https://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/bitstream/handle/10438/29032/Final_Disserta%C3%A7%C3%A3o%20-%20Indicador%20de%20pre%C3%A7o%20para%20biomassa%20%28Ale%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=Em%201850%2C%20a%20biomassa%20representava,residencial%20\(GOLDEMBERG%2C%202009\)](https://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/bitstream/handle/10438/29032/Final_Disserta%C3%A7%C3%A3o%20-%20Indicador%20de%20pre%C3%A7o%20para%20biomassa%20%28Ale%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=Em%201850%2C%20a%20biomassa%20representava,residencial%20(GOLDEMBERG%2C%202009)). Acesso em: 08 out. 2023, p. 10.

²² GOLDEMBERG, J. Biomassa e energia. **Química nova**, São Paulo, v. 32, n. p. 5. 582-587, 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/L6Pd3ZKdPqc4pZ4TQn5RyQy/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 08 out. 2023.

Período em que a popularização dos combustíveis líquidos derivados do petróleo seria uma solução para suprir as carências das amplamente utilizadas máquinas a vapor²³.

Sendo assim, o petróleo se apresentou como a alternativa viável para uma mudança drástica na mobilidade, já que os motores movidos a derivados de óleo, ou seja, de combustão interna, eram mais potentes e leves que os utilizados nas máquinas a vapor²⁴.

A Segunda Guerra Mundial, contudo, é o princípio para um rompimento mais incisivo com o carvão mineral, onde estabelece-se a estratégia do petróleo para movimentar os rumos no conflito. Nesse momento, a logística do petróleo foi completamente reformulada e expandida, tanto nos oleodutos como na capacidade das refinarias para atender necessidades militares²⁵. Ao final da Guerra também foi possível visualizar a transição da finalidade da energia nuclear do uso militar para o uso civil²⁶.

Diante disso, o mercado de petróleo globalizou-se, gerando um sistema dependente dos combustíveis fósseis, onde a autonomia energética dos Estados foi diretamente influenciada. E é diante do comércio do petróleo global, da interdependência e do processo comum de globalização que se justifica a indústria do petróleo atual²⁷.

Nessa caminhada, por volta da década de 1970, no contexto dos choques do petróleo e da Conferência de Estocolmo em 1972, a primeira grande deliberação de chefes de estado orientada pela Organização das Nações Unidas (“ONU”)²⁸ para dispor das questões

²³ ZOTIN, M. Z. **O papel da China na transição energética global**: estado, indústria e recursos. 2018. Dissertação (Mestrado em Planejamento Energético) – Programa de Pós-Graduação em Planejamento Energético, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2018, p. 18. Disponível em: http://www.ppe.ufrj.br/images/publica%C3%A7%C3%B5es/mestrado/Marianne_Zanon_Zotin_MESTRAD O-2018.pdf. Acesso em: 08 out. 2023.

²⁴ *Ibid.*, p. 18.

²⁵ *Ibid.*, p. 21.

²⁶ *Ibid.*, p. 23.

²⁷ BERNARDES, J. A.; SILVA, C. A. da; ARRUIZZO, R. C. (Orgs). **Espaço e energia**: mudanças no paradigma sucoenergético. Rio de Janeiro: Lamparina, 2013. *E-book*, p. 33. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Julia-Bernardes/publication/360797172_Espaco_e_energia_mudancas_no_paradigma_sucoenergetico/links/628c0cfa866b9d7f7f66bd85/Espaco-e-energia-mudancas-no-paradigma-sucoenergetico.pdf#page=33. Acesso em: 08 out. 2023.

²⁸ UNITED Nations Conference on the Human Environment (Stockholm Conference). *In*: SUSTAINABLE development. [S. l., 2023]. Disponível em: <https://sustainabledevelopment.un.org/milestones/humanenvironment>. Acesso em: 31 out. 2023.

relacionadas ao meio ambiente, que o termo “transição energética” com objetivos sustentáveis começou a ser utilizado em documentos oficiais e publicações científicas²⁹.

A expressão à tal época foi cunhada com alvo na segurança energética e diversificação de fontes primárias de energia. Assim, as primeiras reflexões sobre o assunto se deram para pensar em contextos futuros de energia, sendo defendido um plano energético dentro da perspectiva de longo prazo diante de uma minoração de recursos disponíveis³⁰.

O conceito foi retomado com nova roupagem nos anos 2000, perante o imperativo internacional da mitigação de gases de efeito estufa e contenção das mudanças climáticas, sem ignorar o anterior receio à escassez física do petróleo, mas com novas prioridades.

Assim, o significado contemporâneo de transição energética pressupõe o reconhecimento dos Estados de que é insustentável, tanto ambientalmente como economicamente, manter a velocidade de consumo dos recursos naturais e de emissão de gases³¹.

1.2 Transição energética e os esforços contemporâneos

É basilar apresentar que as medidas para a transição energética atuam também como uma forma de preservar a soberania e demonstrar governança responsável dos Estados no âmbito das relações internacionais. Dessa forma, a transição incentiva alianças entre os países para políticas públicas e o surgimento de novos mercados como o de créditos de carbono.

Abordado tal ponto, as modificações na matriz energética para os próximos anos são diretamente influenciadas pelos objetivos individuais de política energética de cada país. Uma

²⁹ ZOTIN, M. Z. **O papel da China na transição energética global**: estado, indústria e recursos. 2018. Dissertação (Mestrado em Planejamento Energético) – Programa de Pós-Graduação em Planejamento Energético, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2018, p. 27. Disponível em: http://www.ppe.ufrj.br/images/publica%C3%A7%C3%B5es/mestrado/Marianne_Zanon_Zotin._MESTRAD O-2018.pdf. Acesso em: 08 out. 2023.

³⁰ ZOTIN, M. Z. **O papel da China na transição energética global**: estado, indústria e recursos. 2018. Dissertação (Mestrado em Planejamento Energético) – Programa de Pós-Graduação em Planejamento Energético, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2018, p. 27. Disponível em: http://www.ppe.ufrj.br/images/publica%C3%A7%C3%B5es/mestrado/Marianne_Zanon_Zotin._MESTRAD O-2018.pdf. Acesso em: 08 out. 2023.

³¹ TRANSIÇÃO energética: conceito vai muito além da energia. *In*: ALÉM da energia. [S. l.], 23 set. 2022. Disponível em: https://www.alemdaenergia.engie.com.br/transicao-energetica-muito-alem-da-energia/?gclid=EAIaIQobChMI57WYneWogQMV4sVMah05Cw7yEAAYASAAEgIKkvD_BwE. Acesso em: 08 out. 2023.

vez correspondente às transformações futuras, a “transição energética” deve considerar três tendências globais, como aponta Araújo e Zanon, quais sejam:

(i) o aumento populacional, principalmente em países emergentes onde o acesso à energia já se apresenta como um desafio; (ii) a crescente urbanização; (iii) a intensificação do processo de globalização de modo a criar uma economia global cada vez mais integrada [...] ³².

A transição energética então, abarca não somente a geração e consumo de energia visando baixas emissões de carbono, como também a forma como são otimizados os bens e serviços. Portanto, o termo “transição energética” “[...] se adapta às mudanças na estrutura social, econômica, política e cultural, e pressupõe o reconhecimento de que é inviável, sob todos os aspectos, continuar consumindo recursos naturais na velocidade atual” ³³.

Diante desses fatores, os países em desenvolvimento, o que por certo inclui o Brasil, devem se tornar os líderes em consumo de energia até o ano 2050, ostentando 70% da demanda, o que, sem dúvidas, tornará ainda mais necessária a transição energética ³⁴.

Portanto, na atualidade, os rumos da transição para uma economia de baixo carbono serão dependentes do aproveitamento inteligente de múltiplas fontes de energia, inclusive, de origem na biomassa. Mas tal transição deve transpor a barreira da sazonalidade como condição de variabilidade nos suprimentos de matéria-prima.

No caso do biogás e biometano, mesmo que menos dependentes da sazonalidade que outras fontes renováveis, podem variar sua produção com as safras dos produtos agrícolas, porém também são gerados através do gás dos constantes rejeitos de aterros sanitários e resíduos agrossilvopastoris ³⁵.

³² ZOTIN, M. Z. **O papel da China na transição energética global**: estado, indústria e recursos. 2018. Dissertação (Mestrado em Planejamento Energético) – Programa de Pós-Graduação em Planejamento Energético, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2018, p. 34. Disponível em: http://www.ppe.ufrj.br/images/publica%C3%A7%C3%B5es/mestrado/Marianne_Zanon_Zotin_MESTRAD_O-2018.pdf. Acesso em: 08 out. 2023.

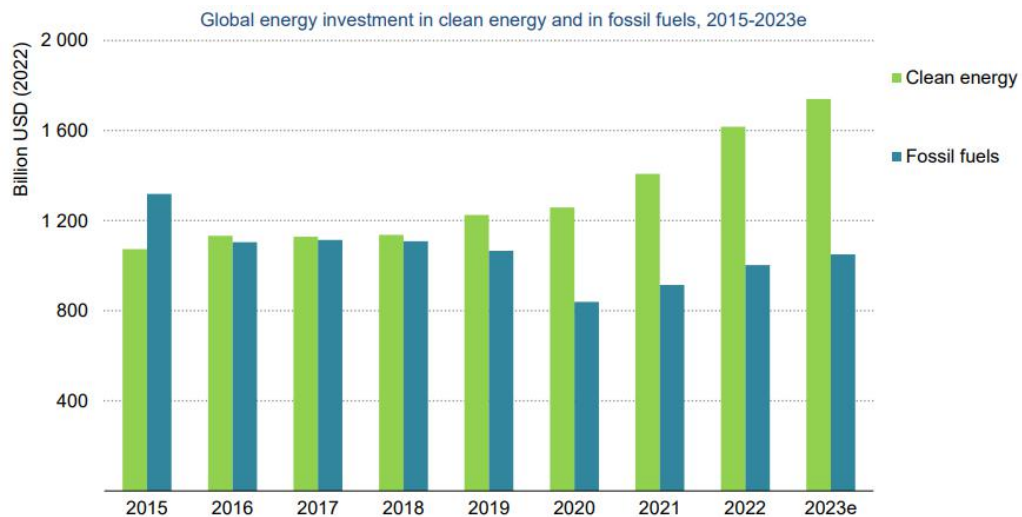
³³ TRANSIÇÃO energética: conceito vai muito além da energia. In: ALÉM da energia. [S. l.], 23 set. 2022. Disponível em: https://www.alemdaenergia.engie.com.br/transicao-energetica-muito-alem-da-energia/?gclid=EAIaIQobChMI57WYneWogQMV4sVMAh05Cw7yEAAYASAAEgIKkvD_BwE. Acesso em: 08 out. 2023.

³⁴ LOSEKANN, L.; TAVARES, A. **Transição energética e potencial de cooperação nos BRICs em energias renováveis e gás natural**. Brasília, DF: IPEA, 2021. *E-book*, p. 7. Disponível em: https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/10712/4/TD_2680.pdf. Acesso em: 08 out. 2023.

³⁵ BERNARDES, J. A.; SILVA, C. A. da; ARRUIZZO, R. C. (Orgs). **Espaço e energia**: mudanças no paradigma sucoenergético. Rio de Janeiro: Lamparina, 2013. *E-book*, p. 37. Disponível em:

Nesse ambiente estruturado em diversas nações com matrizes energéticas diferenciadas, foi apontado em um estudo desenvolvido pela IEA acerca dos investimentos globais em energia que, até o final de 2023, deve ser atingido o recorde em investimentos em tecnologia para as energias sustentáveis. Ressalta-se que tais investimentos ultrapassam os incentivos ao crescimento dos combustíveis fósseis desde 2016³⁶. Veja-se:

Figura 1 - Investimento global em energia limpa e em combustíveis fósseis: 2015 a 2023



Note: 2023e = estimated values for 2023.

IEA. CC BY 4.0.

Fonte: Bernardes, Silva e Arruzzo³⁷.

Esse avanço foi especialmente acelerado a partir de 2020 diante da pandemia de Covid-19, da volatilidade nos preços do barril de petróleo e dos conflitos entre Rússia e Ucrânia, que diretamente impactaram no suprimento mundial de gás natural e outros derivados de petróleo³⁸.

Para o diretor executivo da IEA, Fatih Birol, cada país tem sua autonomia para escolher os meios para atingir as metas de transição energética, porém o fator tempo é determinante e ele se mostra cada vez mais curto. “Há uma corrida para atingir as metas do clima, mas não é

https://www.researchgate.net/profile/Julia-Bernardes/publication/360797172_Espaco_e_energia_mudancas_no_paradigma_sucroenergetico/links/628c0cfa866b9d7f7f66bd85/Espaco-e-energia-mudancas-no-paradigma-sucroenergetico.pdf#page=33. Acesso em: 08 out. 2023.

³⁶ PACHECO, M. P. M. Transição energética: como estamos? In: EXAME. São Paulo, 21 jun. 2023. Disponível em: <https://exame.com/colunistas/impacto-social/transicao-energetica-como-estamos/>. Acesso em: 08 out. 2023.

³⁷ INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA). **World energy investment 2023**. Paris: IEA, 2023. *E-book*, p. 8. Disponível em: <https://iea.blob.core.windows.net/assets/8834d3af-af60-4df0-9643-72e2684f7221/WorldEnergyInvestment2023.pdf>. Acesso em: 08 out. 2023.

³⁸ PACHECO, *op. cit.*

uma corrida entre países e sim contra o tempo. Alguns países começam na frente. Mas, se todos não atingirem o final, ninguém ganha”³⁹, conforme ressaltou no seminário *World Energy Transition* realizado no Brasil em 2021⁴⁰.

Em sede do mesmo seminário, Birol apontou que diversos países assinaram acordos e têm por meta zerar emissões de carbono até o ano 2050, mas que, em paradoxo, o mundo ainda deve enfrentar a segunda maior emissão de gás carbônico desde 1945, em especial relacionada à queima de carvão na Ásia⁴¹.

Por todo o visto, não é possível afirmar que há um caminho mais apropriado para a transição energética do que o outro num contexto global, mas é preciso observar as particularidades de cada ente nacional e inferir as metas mais aproximadas da matriz energética que possuem. Entretanto, é possível afirmar objetivos gerais comuns entre os países para a economia descarbonizada.

1.3 Biogás e biometano como alternativa na matriz energética

No momento, a maior parcela da matriz energética global é proveniente de recursos não renováveis, na ordem de 81,1%⁴². Dentre essa porcentagem, estão abarcados o petróleo e seus derivados, o carvão mineral e o gás natural.

Envolvida na parcela de quase 20% de energias renováveis na matriz energética mundial, se destaca a biomassa, origem dos biocombustíveis, o que inclui o biogás e biometano. A energia advinda da biomassa em 2022 era equivalente a 9,3% da matriz mundial, sendo o restante dividido entre nuclear com 5%, hidráulica com 2,6% e a solar, geotérmica e eólica que somadas totalizam 2% da matriz⁴³.

³⁹ FAFÁ, L. Transição energética não é competição entre países, mas contra o tempo, diz Fatih Birol. *In*: EPBR. [S. l.], 09 jun. 2021. Disponível em: <https://epbr.com.br/transicao-energetica-nao-e-competicao-entre-paises-mas-contra-o-tempo-diz-fatih-birol/>. Acesso em: 08 out. 2023.

⁴⁰ WORLD energy transition (FGV Energia). [S. l.: s. n.], 09 jun. 2021. 1 vídeo (56 min 02 s). Publicado pelo canal EPBR. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=1EP5TGTLAMY>. Acesso em: 08 out. 2023.

⁴¹ FAFÁ, L., *op. cit.*

⁴² FERRAZ, J. “Série Energia”: Mais de 80% da matriz energética vêm de recursos fósseis. *In*: JORNAL da USP. Ribeirão Preto, 08 jul. 2022. Disponível em: <https://jornal.usp.br/?p=538576>. Acesso em: 08 out. 2023.

⁴³ *Ibid.*

Em termos de Brasil, verifica-se que, em 2020, o sistema energético do país contava com um fornecimento total de energia primária por fonte na parcela 43% em petróleo, 12% em gás natural, 5% carvão mineral, 1% energia nuclear, 19% álcool de cana de açúcar, 13% energia hidrelétrica, 9% em carvão vegetal e 8% nas demais energias renováveis⁴⁴. Portanto, é possível inferir que o Brasil possui uma matriz energética não fóssil em 50%, sendo 49% dessa metade advinda de energias renováveis, mas não necessariamente limpas⁴⁵.

Em uma análise conjunta da atual matriz energética e o avanço das mudanças climáticas, urge a necessidade de as autoridades nacionais priorizarem a redução da dependência das fontes não renováveis. Assim, a alternativa da utilização do metano presente no biogás se destaca, vez que aproveita um gás com alto potencial de efeito estufa que seria lançado sem tratamento na atmosfera. Se comparado ao gás carbônico, o metano circulando livremente no ambiente possui potencial de aquecimento global 28 vezes superior ao do Gás Carbônico (“CO2”)⁴⁶.

Nesse contexto, o Brasil é um importante local de experimento aos potenciais da geração de biogás e biometano, vez que é quinto maior emissor de metano do mundo, contando com 5,5% das emissões mundiais do gás, o equivalente a 20,2 milhões de toneladas. Tais emissões provém na taxa de 72% da agropecuária, em específico da fermentação entérica do gado⁴⁷.

1.3.1 Tecnologias e matérias-primas na produção do biogás

Explica-se, então, que o biogás é formado pela mistura predominante de metano, menores quantidades de CO₂ e uma baixa porcentagem de outros gases produzidos a partir da fermentação da matéria orgânica, sem o uso de qualquer fonte fóssil⁴⁸.

⁴⁴ CIOLA, G.; DELGADO, F. As Perspectivas brasileiras na transição energética: um olhar a partir da indústria de óleo e gás. In: GIACOBBO, D. G. (Org.). **Segurança & Transição Energética**. Rio de Janeiro: Synergia, 2022, p. 25.

⁴⁵ *Ibid.*

⁴⁶ BRASIL pode reduzir emissão de metano em 36% até 2030. In: INSTITUTO de energia e meio ambiente (IEMA). São Paulo, out. 2022. Disponível em: <https://energiaeambiente.org.br/brasil-pode-reduzir-emissao-de-metano-em-36-ate-2030-20221019#:~:text=O%20Brasil%20%C3%A9%20o%20quinto,inclu%C3%ADdas%20no%20invent%C3%A1rio%20oficial%20brasileiro>). Acesso em: 08 out. 2023.

⁴⁷ *Ibid.*

⁴⁸ ARAÚJO, A. P. C. **Produção de biogás a partir de resíduos orgânicos utilizando biodigestor anaeróbico**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Química) – Faculdade de Engenharia Química, Universidade Federal de Uberlândia, 2017, p. 8. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/20292/3/Produ%C3%A7%C3%A3oBiog%C3%A1sRes%C3%ADduos.pdf>. Acesso em: 08 out. 2023.

Para a composição exata do biogás, é necessário avaliar o tipo de matéria-prima, também conhecida como *feedstock*, e o modo de produção, ou seja, a técnica empregada para a geração dos gases. Dentre as tecnologias, são destacáveis⁴⁹:

- Os Biodigestores, que utilizam tanques herméticos para armazenamento da matéria orgânica vegetal ou animal diluída em água, que será decomposta por micro-organismos naturalmente. Posteriormente, esse gás passa por tratamento onde serão removidos os contaminantes e a umidade presentes;
- Sistemas de recuperação de gás de aterro, onde o biogás é gerado a partir da decomposição dos chamados “resíduos sólidos urbanos” em condições anaeróbicas em aterros sanitários, onde esse gás é capturado diretamente do solo, seja por tubulações ou poços de biogás;
- Estações de tratamento de água, onde se recupera a matéria orgânica misturada no lodo do esgoto, que será armazenado em um biodigestor anaeróbico para decomposição.

A partir dessas técnicas, pode ser aplicada uma ampla gama de matérias-primas na produção do biogás. Vejam-se as principais⁵⁰:

- Resíduos de culturas, provenientes da colheita de grãos e cereais, beterraba e cana-de-açúcar, com alto teor de glicose, soja e outros grãos oleaginosos, bem como seus bagaços;
- Esterco animal advindo do gado, porcos, aves e ovelhas;
- Resíduos Sólidos de aterros sanitários como os restos de alimentos, folhas e grama dispensados, papéis e madeira não envernizados e dejetos industriais da produção de alimentos;
- Lodo de esgoto enquanto matéria orgânica semissólida recuperada como gás de esgoto nas estações de tratamento de águas;
- Biomassa lenhosa originada do processamento de madeira.

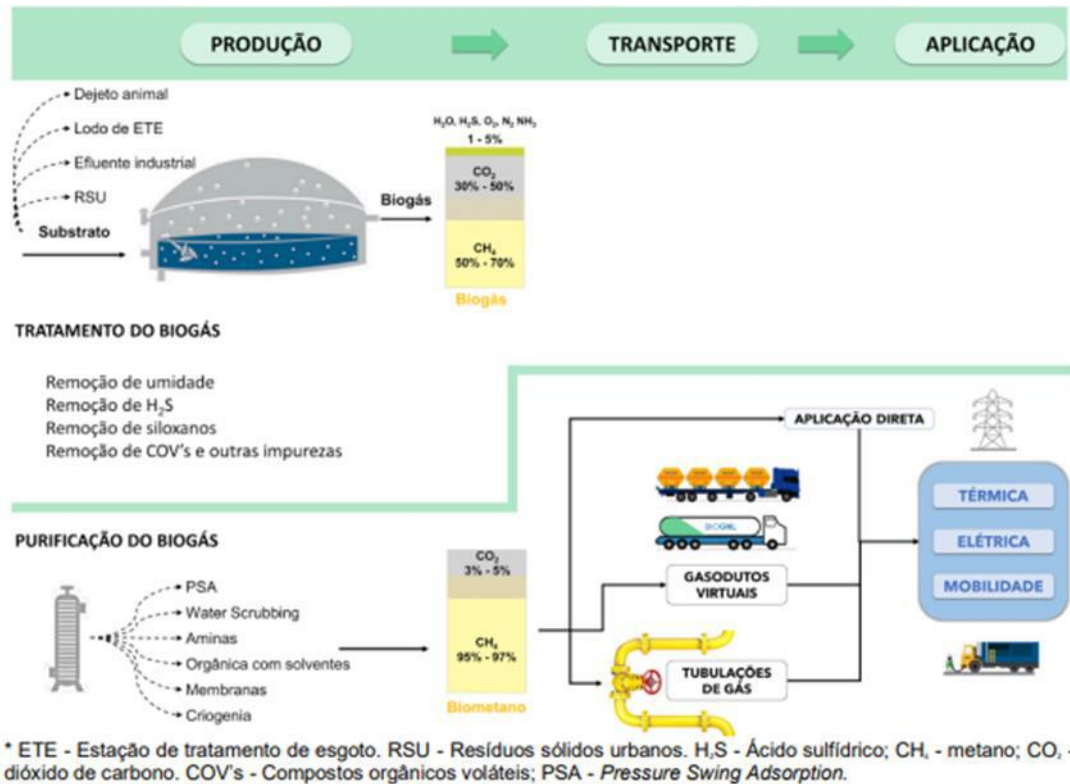
⁴⁹ INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA). **Outlook for biogas and biomethane**: prospects for organic growth. Paris: IEA, 2020. *E-book*. Disponível em: https://iea.blob.core.windows.net/assets/03aeb10c-c38c-4d10-bcec-de92e9ab815f/Outlook_for_biogas_and_biomethane.pdf. Acesso em: 08 out. 2023.

⁵⁰ *Ibid.*

1.3.2 Produção de biometano e sua função complementar ao gás natural

Através do beneficiamento e purificação do biogás, advém o biometano. Esse gás é gerado pela remoção do teor de dióxido de carbono da composição do biogás e outros componentes contaminantes como o gás sulfídrico e a água, gerando um gás com mais de 90% de metano que pode substituir de maneira renovável o gás natural⁵¹. Veja-se um esquema de planta de purificação de biogás e transporte de biometano:

Figura 2 - Etapas para produção, transporte e aplicação energética do biometano



Fonte: Organização das Nações Unidas Para o Desenvolvimento Indústria e Centro Internacional de Energias Renováveis⁵².

Nesse contexto, por volta de dois terços da produção de biogás em 2018 foram aproveitados na movimentação de usinas termelétricas, aproximadamente de 30% foi

⁵¹ BIOMETANO: o que é, como é feito + uso no Brasil. In: BLOG.ESFERA. [S. l.], 12 jun. 2023. Disponível em: <https://blog.esferaenergia.com.br/sustentabilidade/biometano>. Acesso em: 08 out. 2023.

⁵² ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO INDÚSTRIA; CENTRO INTERNACIONAL DE ENERGIAS RENOVÁVEIS. **Biometano**: biocombustível verde: guia técnico. Brasília, DF: MCTI, 2020. *E-book*, p. 9. Disponível em: https://datasebrae.com.br/wp-content/uploads/2022/09/REVIS%C3%83O-OK212F-Biometano_Combustivel-Verde_Guia-Tecnico.pdf. Acesso em: 08 out. 2023.

consumido pelas edificações urbanas, em especial nas residências como gás de cozinha e combustível para aquecedores domésticos, e o demais foi beneficiado como biometano⁵³.

Explica-se que o biometano pode tanto ser injetado na rede de gás natural como pode ser transportado a partir de modal rodoviário na forma física comprimida e/ou liquefeita. É interessante destacar a amplitude do biometano nesse contexto, já que a origem do gás natural, em sua maioria, está na região litorânea do país, enquanto o maior potencial de biogás/biometano se encontra no interior. Isso oportuniza uma produção descentralizada e o atendimento em rede de consumidores distantes do gás natural por preços mais vantajosos e competitivos⁵⁴.

Nessa égide, o biometano para o transporte corresponde a apenas 0,1% do uso de gás veicular no mundo; contudo, ressalta-se o número crescente de políticas governamentais incentivando a injeção do gás verde nas redes de transporte e distribuição de gás natural. Alemanha, Itália, Holanda e Reino Unido já possuem políticas públicas de biometano tanto no transporte público como particular⁵⁵.

No Brasil, o uso do biometano como combustível veicular se mostra como uma alternativa considerável diante da expressiva frota de veículos movidos a gás natural no país. Já é costume do cidadão brasileiro utilizar gás veicular.

Como reforço, no ano de 2018, cerca de 1,4 milhões de veículos no Brasil possuíam equipamentos de gás natural veicular (“GNV”), o que se traduz em 7% do total mundial⁵⁶. Nesse viés, a Política Nacional de Biocombustíveis (“RenovaBio”) no Brasil, que será

⁵³ INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA). **Outlook for biogas and biomethane**: prospects for organic growth. Paris: IEA, 2020. *E-book*. Disponível em: https://iea.blob.core.windows.net/assets/03aeb10c-c38c-4d10-bcec-de92e9ab815f/Outlook_for_biogas_and_biomethane.pdf. Acesso em: 08 out. 2023.

⁵⁴ LIMA, I. C. M. de A. **Perspectivas e propostas para a expansão do biogás no Brasil**: uma análise de políticas públicas. 2020. Dissertação (Mestrado em Planejamento Energético) – Programa de Pós-graduação em Planejamento Energético, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2020, p. 11. Disponível em: http://www.ppe.ufrj.br/images/IsabelaLima-_Mestrado.pdf. Acesso em: 08 out. 2023.

⁵⁵ INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA), *op. cit.*

⁵⁶ ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO INDUSTRIA; CENTRO INTERNACIONAL DE ENERGIAS RENOVÁVEIS. **Biometano**: biocombustível verde: guia técnico. Brasília, DF: MCTI, 2020. *E-book*, p. 26. Disponível em: https://datasebrae.com.br/wp-content/uploads/2022/09/REVIS%C3%83O-OK212F-Biometano_Combustivel-Verde_Guia-Tecnico.pdf. Acesso em: 08 out. 2023.

detalhada em capítulo posterior, traz entre suas metas a redução das emissões de carbono no setor de transporte em 10% até 2028, com o auxílio do biogás e biometano⁵⁷.

Sendo assim, de acordo com dados fornecidos pela Associação Brasileira do Biogás (“ABiogás”), motores movidos a biometano diminuem em até 96% as emissões de gás carbônico em comparação aos movidos a combustíveis fósseis.⁵⁸ Nesse viés, o biometano injetado na rede de gás natural possui natureza físico-química semelhante à do gás natural, porém sem as mesmas emissões líquidas de carbono, podendo aproveitar de toda a flexibilidade, armazenamento, transporte e distribuição comuns ao gás natural.

Comprova-se a sustentabilidade do biometano no transporte a partir do uso de diesel, que emite cerca de 1,3 kg de CO₂ a cada 10 km percorridos. Em comparação, ao biometano que emite apenas 0,2 kg de CO₂ a cada 10 km, representando uma redução próxima de 85% das emissões de CO₂⁵⁹.

Além disso, a utilização do biometano tanto para a geração de energia elétrica ou combustível, conta com uma especial vantagem ambiental, já que é o único produto energético com pegada de carbono negativa em todo o seu ciclo de vida⁶⁰.

Para o aprimoramento e estabelecimento do uso do biometano, é essencial o desenvolvimento de uma pesquisa focada na eficiência dos processos de beneficiamento adequados aos resíduos de cada área, bem como o estudo profundo dos contaminantes presentes

⁵⁷ O RENOVABIO e a redução das emissões de gases de efeito estufa no setor de transporte. *In*: RENOVABIO.ORG. [S. l.], 16 abr. 2023. Disponível em: <https://www.renovabio.org/o-renovabio-e-a-reducao-das-emissoes-de-gases-de-efeito-estufa-no-setor-de-transporte/>. Acesso em: 08 out. 2023.

⁵⁸ BIOMETANO é a nova aposta do Brasil contra as mudanças climáticas. *In*: VALOR. São Paulo, 08 dez. 2021. Disponível em: <https://valor.globo.com/patrocinado/movimento-mobilidade-sustentavel/mobilidade-sustentavel/noticia/2021/12/08/biometano-e-a-nova-aposta-do-brasil-contras-mudancas-climaticas.ghtml>. Acesso em: 08 out. 2023.

⁵⁹ ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO INDUSTRIA; CENTRO INTERNACIONAL DE ENERGIAS RENOVÁVEIS. **Biometano**: biocombustível verde: guia técnico. Brasília, DF: MCTI, 2020. *E-book*, p. 32. Disponível em: https://datasebrae.com.br/wp-content/uploads/2022/09/REVIS%C3%83O-OK212F-Biometano_Combustivel-Verde_Guia-Tecnico.pdf. Acesso em: 08 out. 2023.

⁶⁰ RENOVABIO. Propostas das instituições presentes na reunião de construção do renovabio biocombustíveis biogás e biometano. [S. l., s. n., 2021]. *E-book*, p. 5. Disponível em: https://antigo.mme.gov.br/c/document_library/get_file?uuid=87ed2d4e-5a4a-db52-5d0b-737d2662ac9c&groupId=36224. Acesso em: 08 out. 2023.

no biogás. Além disso, é imprescindível o diálogo entre agentes públicos e privados para o desenvolvimento de um arcabouço legal e logístico do biometano⁶¹.

Não obstante, a partir das reais oportunidades constatadas nesse insumo, deve-se fomentar os projetos para adesão do biometano, o que com toda a certeza culminará em uma redução significativa do consumo dos combustíveis fósseis, para atingir a sustentabilidade socioambiental e econômico-financeira.

1.3.3 Benefícios do biogás e biometano e o potencial brasileiro

Em acompanhamento a todo o exposto, destacam-se em lista os principais benefícios do biogás e biometano⁶²:

- Suprimento completamente renovável de calor e energia, útil aos espaços domésticos e urbanos;
- Redução das emissões de gases de efeito estufa a partir do processamento e uso do metano que seria liberado na atmosfera com a decomposição livre de resíduos;
- Gestão inteligente e beneficiamento útil dos resíduos, resultando em uma melhora geral da eficiência global de recursos;
- Segurança energética ao complementar e, se possível, suprir a demanda por gás natural;
- Geração de créditos de carbono e de metano como ativos financeiros ambientais comercializáveis movimentando a economia;
- Potencial parceria entre a agroindústria e o setor de energia, fornecendo insumos e reduzindo o impacto das atividades agrícolas em um sistema de economia circular.

O Brasil, portanto, é um ator promissor na produção de biogás e, conseqüentemente, de biometano, em razão da variedade e grande disponibilidade de substratos. O potencial de geração de energia a partir do biogás no Brasil é substancial ao ponto de ser possível produzir,

⁶¹ LIMA, I. C. M. de A. **Perspectivas e propostas para a expansão do biogás no Brasil**: uma análise de políticas públicas. 2020. Dissertação (Mestrado em Planejamento Energético) – Programa de Pós-graduação em Planejamento Energético, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2020, p. 83. Disponível em: http://www.ppe.ufrj.br/images/IsabelaLima-_Mestrado.pdf. Acesso em: 08 out. 2023.

⁶² O RENOVBIO e a redução das emissões de gases de efeito estufa no setor de transporte. In: RENOVBIO.ORG. [S. l.], 16 abr. 2023. Disponível em: <https://www.renovabio.org/o-renovabio-e-a-reducao-das-emissoes-de-gases-de-efeito-estufa-no-setor-de-transporte/>. Acesso em: 08 out. 2023.

segundo dados da ABiogás, 84,6 bilhões de metros cúbicos por ano, suprimindo 40% da demanda de energia elétrica do país e 70% do consumo de óleo diesel⁶³.

⁶³ CENTRO INTERNACIONAL DE ENERGIAS RENOVÁVEIS (CIBIOGÁS). Panorama do Biogás no Brasil 2021. Foz do Iguaçu: CIBiogás, 2022. *E-book*, p. 9. Disponível em: <https://cibiogas.org/wp-content/uploads/2022/04/NT-PANORAMA-DO-BIOGAS-NO-BRASIL-2021.pdf>. Acesso em: 08 out. 2023.

2 VISÃO INTERNACIONAL DO BIOGÁS: O TRATADO DE PARIS E AS CONSIDERAÇÕES DA IEA

2.1 Tratados e acordos como fonte de direito internacional

Os tratados e acordos internacionais representam o arcabouço convencional do direito internacional. “O tratado internacional é um termo genérico, utilizado para se definir acordos celebrados de forma escrita entre dois ou mais sujeitos de direito internacional, a fim de produzir efeitos jurídicos regidos pelo próprio direito internacional”⁶⁴.

Como enuncia Marcelo Dias Varella:

“Trata-se da principal fonte de direito internacional porque representa a vontade dos Estados ou das Organizações Internacionais, em um determinado momento, que aceitam regular uma relação jurídica por meio de uma norma comum entre si. É a fonte mais democrática, pois a priori sua vigência incide apenas sobre os sujeitos de direito que desejam submeter-se [...]”⁶⁵.

Sendo assim, perante o dinamismo próprio das relações internacionais contemporâneas, foram necessários os tratados internacionais com o objetivo de alcançar uma segurança jurídica diante dos costumes, que até então as principais fontes do direito internacional⁶⁶.

Nesse sentido, ao que rege a Convenção de Viena sobre os Tratados de 1969⁶⁷, os tratados internacionais serão dotados de aplicabilidade apenas entre os Estados que assentiram com os seus termos, em total respeito à soberania que lhes cabe individualmente⁶⁸. Portanto, os Estados Parte em um tratado não alienam sua autonomia, pelo contrário, utilizam de sua autonomia para se enquadrarem a certos ditames pré-estabelecidos em pleno exercício de sua soberania⁶⁹.

⁶⁴ WISZNIEIWSKI, G.; WECHINEWSKY, P. M. Acordo de Paris: uma análise das possíveis implicações de ordem internacional ao estado brasileiro. **Academia de Direito**, Mafra, v. 5, p. 235-260, 2023, p. 240. Disponível em: <https://www.periodicos.unc.br/index.php/acaddir/article/view/3886/1968>. Acesso em: 8 out. 2023.

⁶⁵ VARELLA, M. D. **Direito internacional público**. 7. ed. São Paulo: Saraiva, 2017, p. 37.

⁶⁶ GUERRA, S. **Curso de direito internacional público**. 12. ed. São Paulo: Saraiva, 2019.

⁶⁷ BRASIL. **Decreto nº 7.030, de 14 de dezembro de 2009**. Promulga a Convenção de Viena sobre o Direito dos Tratados, concluída em 23 de maio de 1969, com reserva aos Artigos 25 e 66. Brasília, DF: Presidência da República, 2009. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/decreto/d7030.htm. Acesso em: 8 out. 2023.

⁶⁸ ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **Vienna convention on the law of treaties**. Viena: ONU, 1969. Disponível em: https://legal.un.org/ilc/texts/instruments/english/conventions/1_1_1969.pdf. Acesso em: 8 out. 2023.

⁶⁹ WISZNIEIWSKI, G.; WECHINEWSKY, *op. cit.*, 2023, p. 240.

Nessa égide, o Brasil, enquanto Estado Soberano, promulgou através do Decreto 7.030/2009⁷⁰, a Convenção de Viena sobre os Tratados e, em razão de tal ato, o Direito interno brasileiro está vinculado aos preceitos da Convenção que versam sobre a possibilidade de certo Estado se vincular ou não livremente a um tratado internacional. Nesse cenário, em momento posterior a aprovação do tratado, sua ratificação pelo signatário representa a mais pura vontade do Estado em se obrigar aos termos estabelecidos no tratado.

Com base nisso, o texto do Acordo de Paris foi ratificado em 2016 e promulgado o Decreto 9.073, de 05 de junho de 2017⁷¹, tornando-o exequível, assim como as metas propostas pelo governo brasileiro para redução das emissões dos gases de efeito estufa.

2.1.1 O acordo de Paris para reduzir as emissões de gases de efeito estufa

Perante o cenário das mudanças climáticas, é necessária a proatividade do direito e das relações internacionais para mitigar consequências graves que podem se projetar no futuro, razão pela qual o Acordo de Paris sobre Mudanças Climáticas, aprovado em 2015 durante a 21ª Conferência das Partes (“COP21”) pela Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (“UNFCCC”) propõe uma coalizão de esforços entre os países signatários⁷².

O dito Acordo tem por objetivo “[...] manter o aumento da temperatura média mundial bem abaixo” dos 2 °C em relação aos níveis pré-industriais e em envidar esforços para limitar o aumento a 1,5 °C⁷³. O Acordo e sua meta foram assinados por 196 Nações. Observam-se as disposições preliminares do Acordo:

⁷⁰ BRASIL. **Decreto nº 7.030, de 14 de dezembro de 2009**. Promulga a Convenção de Viena sobre o Direito dos Tratados, concluída em 23 de maio de 1969, com reserva aos Artigos 25 e 66. Brasília, DF: Presidência da República, 2009. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/decreto/d7030.htm. Acesso em: 8 out. 2023.

⁷¹ BRASIL. **Decreto Nº 9.073, de 5 de junho de 2017**. Promulga o Acordo de Paris sob a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, celebrado em Paris, em 12 de dezembro de 2015, e firmado em Nova Iorque, em 22 de abril de 2016. Brasília, DF: Presidência da República, 2017. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/decreto/d9073.htm. Acesso em: 08 out. 2023.

⁷² WISZNIEIWSKI, G.; WECHINEWSKY, P. M. Acordo de Paris: uma análise das possíveis implicações de ordem internacional ao estado brasileiro. **Academia de Direito**, Mafra, v. 5, p. 235-260, 2023, p. 240. Disponível em: <https://www.periodicos.unc.br/index.php/acaddir/article/view/3886/1968>. Acesso em: 8 out. 2023.

⁷³ MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA, INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES (MCTIC). **Acordo de Paris**. Brasília, DF: MCTIC, [2016], p. 3. Disponível em: https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/sirene/publicacoes/acordo-de-paris-e-ndc/arquivos/pdf/acordo_paris.pdf. Acesso em: 8 out. 2023.

Artigo. 2.1. Este Acordo, ao reforçar a implementação da Convenção, incluindo seu objetivo, **visa fortalecer a resposta global à ameaça da mudança do clima**, no contexto do desenvolvimento sustentável e dos esforços de erradicação da pobreza, incluindo:

- (a) Manter o aumento da temperatura média global bem abaixo de 2°C em relação aos níveis pré-industriais, e envidar esforços para limitar esse aumento da temperatura a 1,5°C em relação aos níveis pré-industriais**, reconhecendo que isso reduziria significativamente os riscos e os impactos da mudança do clima;
- (b) Aumentar a capacidade de adaptação aos impactos negativos da mudança do clima e promover a resiliência à mudança do clima e um desenvolvimento de baixa emissão de gases de efeito estufa, de uma maneira que não ameace a produção de alimentos; e
- (c) Tornar os fluxos financeiros compatíveis com uma trajetória rumo a um desenvolvimento de baixa emissão de gases de efeito estufa e resiliente à mudança do clima⁷⁴.

Nesse contexto, o Acordo Climático de Paris, é considerado um sucesso em termos de prestigiar negociações que, apesar de longas e criteriosas, culminaram em certo consenso e em resultados positivos no que tange as medidas para dirimir o aquecimento global⁷⁵. Veja-se a ação do Acordo ao criar uma abordagem integrada para o desenvolvimento sustentável:

Artigo 6.8. **As Partes reconhecem a importância de dispor de abordagens não relacionados com o mercado que sejam integradas, holísticas e equilibradas** e que lhes auxiliem na implementação de suas contribuições nacionalmente determinadas, no contexto do desenvolvimento sustentável e da erradicação da pobreza, de maneira coordenada e eficaz, inclusive por meio, inter alia, de mitigação, adaptação, financiamento, transferência de tecnologia e capacitação, conforme o caso. Essas abordagens devem ter como objetivos:

- (a) Promover ambição em mitigação e adaptação;**
- (b) Reforçar a participação dos setores público e privado na implementação de contribuições nacionalmente determinadas;**
- (c) Propiciar oportunidades de coordenação entre instrumentos e arranjos institucionais relevantes.**⁷⁶

Artigo 7.2. **As Partes reconhecem que a adaptação é um desafio global enfrentado por todos**, com dimensões locais, subnacionais, nacionais, regionais e internacionais, e um componente fundamental da resposta global de longo prazo, para a qual também contribui, à mudança do clima, com vistas a proteger as populações, os meios de subsistência e os ecossistemas, levando em conta as necessidades urgentes e imediatas daquelas Partes países em desenvolvimento particularmente vulneráveis aos efeitos negativos da mudança do clima⁷⁷.

⁷⁴ BRASIL. Decreto Nº 9.073, de 5 de junho de 2017. Promulga o Acordo de Paris sob a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, celebrado em Paris, em 12 de dezembro de 2015, e firmado em Nova Iorque, em 22 de abril de 2016. Brasília, DF: Presidência da República, 2017, grifo nosso. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/decreto/d9073.htm. Acesso em: 08 out. 2023.

⁷⁵ WISZNIEIWSKI, G.; WECHINEWSKY, P. M. Acordo de Paris: uma análise das possíveis implicações de ordem internacional ao estado brasileiro. *Academia de Direito*, Mafra, v. 5, p. 235-260, 2023, p. 245. Disponível em: <https://www.periodicos.unc.br/index.php/acaddir/article/view/3886/1968>. Acesso em: 8 out. 2023.

⁷⁶ BRASIL, *op. cit.*

⁷⁷ BRASIL, *op. cit.*, grifo nosso.

Nesse giro, o Acordo de Paris procura atingir a estabilização da concentração de gases de efeito estufa na atmosfera em parâmetros que possibilitem a continuidade do progresso humano e a adaptação dos ecossistemas⁷⁸.

Assim, o regime climático estabelecido pelo Acordo de Paris em 2015 se diferencia dos anteriores ao propor aos Estados Signatários, a elaboração voluntária dos compromissos nacionais para redução das mudanças climáticas, adaptados às suas realidades⁷⁹.

Tais compromissos foram denominados “como “Contribuições Nacionalmente Determinadas”⁸⁰ (“NDC”), e abrangem também os países não desenvolvidos⁸¹. Tais contribuições devem ser revistas a cada cinco anos e atualizadas pelos Estados com medidas novas.

Essas NDCs se diferem do mecanismo adotado no do Protocolo de Kyoto de 1997, onde apenas os países desenvolvidos tinham metas para reduzir suas emissões de gás carbônico⁸². Assim, o acordo estabelece um sistema integrado de objetivos atualizados capazes de aperfeiçoar as ações adotadas em cada Estado, independente da sua condição econômica. Observa-se no Acordo:

Artigo 3º. A título de contribuições nacionalmente determinadas à resposta global à mudança do clima, **todas as Partes deverão realizar e comunicar esforços ambiciosos** conforme definido nos Artigos 4º, 7º, 9º, 10, 11 e 13, com vistas à consecução do objetivo deste Acordo conforme estabelecido no Artigo 2º [...].

Artigo 4.2. **Cada Parte deve preparar, comunicar e manter sucessivas contribuições nacionalmente determinadas que pretende alcançar. As Partes devem adotar medidas de mitigação domésticas, com o fim de alcançar** os objetivos daquelas contribuições.

Artigo 4.9. **Cada Parte deve comunicar uma contribuição nacionalmente determinada a cada cinco anos de acordo com a decisão 1/CP.21** e quaisquer decisões pertinentes da Conferência das Partes na qualidade de reunião das Partes

⁷⁸ LAROVERE, E. L. O Brasil e a COP-21. *Cadernos Adenauer*: mudanças climáticas: o desafio do século, Rio de Janeiro, v. 2, p. 11-24, ago. 2016. Disponível em: https://www.kas.de/c/document_library/get_file?uuid=19d1d0f9-d198-22d9-3c2d-45102f3b98cc&groupId=265553. Acesso em: 08 out. 2023.

⁷⁹ FALKNER, R. The Paris Agreement and the new logic of international climate politics. *International affairs*, [s. l.], v. 92, n. 5, p. 1107-1125, 31 ago. 2016. Disponível em: <https://academic.oup.com/ia/article-abstract/92/5/1107/2688148?redirectedFrom=fulltext>. Acesso em: 08 out. 2023.

⁸⁰ Nationally Determined Contribution

⁸¹ WISZNIEIWSKI, G.; WECHINEWSKY, P. M. Acordo de Paris: uma análise das possíveis implicações de ordem internacional ao estado brasileiro. *Academia de Direito*, Mafra, v. 5, p. 235-260, 2023, p. 248. Disponível em: <https://www.periodicos.unc.br/index.php/acaddir/article/view/3886/1968>. Acesso em: 8 out. 2023.

⁸² *Ibid.*, p. 248.

deste Acordo e tendo em conta os resultados da avaliação global prevista no Artigo 14⁸³.

Nessa égide, as NDCs dos Estados signatários do Acordo de Paris se baseiam em três princípios norteadores: (i) a ambição, que é definida como a atualização de metas para que evoluam continuamente; (ii) as diferenças, em que se consideram as particularidades de cada país e suas emissões de gases de efeito estufa; e (iii) a transparência, que se baseia na divulgação das contribuições nacionalmente determinadas por cada parte do Acordo de Paris⁸⁴.

Para comportar esse novo mecanismo das NDCs, ao momento da conclusão da fase de negociações do Acordo, foi elaborada uma redação de um tratado internacional que contém cláusulas flexíveis, em consonância com a *soft law*⁸⁵, própria do direito internacional, “um processo de produção de *standards* normativos, que têm como vocação a regulação de comportamentos sociais, sem caráter vinculativo e cujo incumprimento não estão associados a sanções jurídicas”⁸⁶. Incorporaram-se, assim, na maioria dos artigos, obrigações e recomendações que não estabelecem uma ação imperativa. Exemplifica-se a *soft law* no Acordo de Paris:

Artigo 7.9. Cada Parte, conforme o caso, deve empreender processos de planejamento em adaptação e adotar medidas como o desenvolvimento ou fortalecimento de planos, políticas e/ou contribuições pertinentes, que podem incluir:

- (a) A implementação de medidas, iniciativas e/ou esforços de adaptação;
- (b) O processo para elaborar e implementar planos nacionais de adaptação;
- (c) A avaliação dos impactos e da vulnerabilidade à mudança do clima, com vistas à formulação de ações prioritárias nacionalmente determinadas, levando em conta as populações, as localidades e os ecossistemas vulneráveis;
- (d) O monitoramento, a avaliação e a aprendizagem a partir de planos, políticas, programas e medidas de adaptação;
- (e) O desenvolvimento da resiliência de sistemas socioeconômicos e ecológicos, incluindo por meio da diversificação econômica e da gestão sustentável de recursos naturais⁸⁷.

⁸³ BRASIL. **Decreto Nº 9.073, de 5 de junho de 2017**. Promulga o Acordo de Paris sob a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, celebrado em Paris, em 12 de dezembro de 2015, e firmado em Nova Iorque, em 22 de abril de 2016. Brasília, DF: Presidência da República, 2017, grifo nosso. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/decreto/d9073.htm. Acesso em: 08 out. 2023.

⁸⁴ WISZNIEWSKI, G.; WECHINEWSKY, P. M. Acordo de Paris: uma análise das possíveis implicações de ordem internacional ao estado brasileiro. **Academia de Direito**, Mafra, v. 5, p. 235-260, 2023, p. 250. Disponível em: <https://www.periodicos.unc.br/index.php/acaddir/article/view/3886/1968>. Acesso em: 8 out.

⁸⁵ *Ibid.*, p. 246.

⁸⁶ NEVES, M. S. Direito internacional da água e conflitualidade internacional: implicações do reconhecimento da água como direito humano. **Jurismat**, Portimão, n. 3, p. 261-291, 2013. Disponível em: <https://revistas.ulusofona.pt/index.php/jurismat/article/view/7814/4616>. Acesso em: 08 out. 2023.

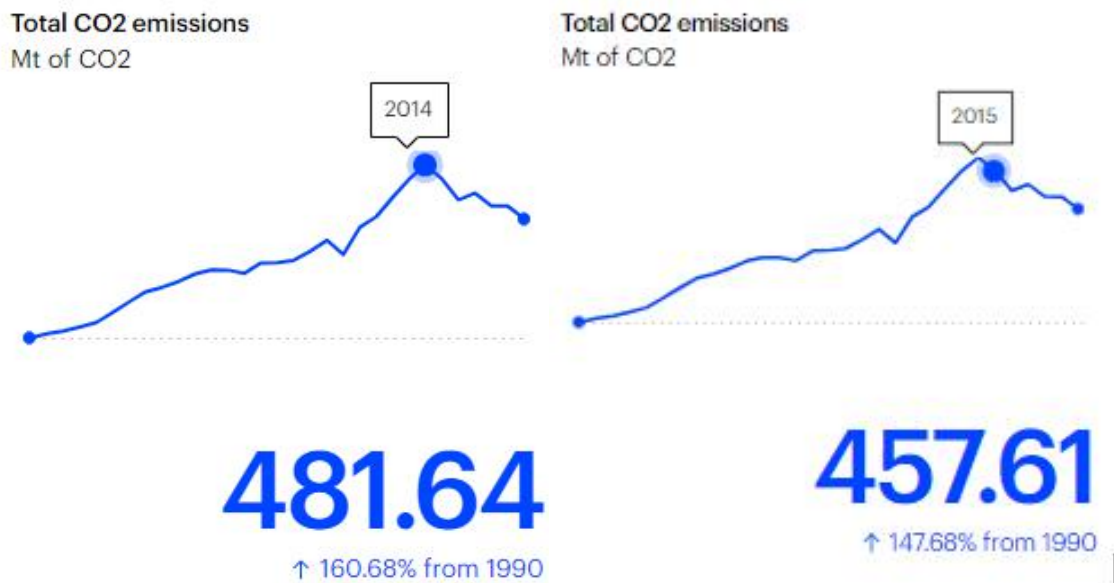
⁸⁷ BRASIL. **Decreto Nº 9.073, de 5 de junho de 2017**. Promulga o Acordo de Paris sob a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, celebrado em Paris, em 12 de dezembro de 2015, e firmado em

Sendo assim, a partir dos parâmetros gerais do Acordo de Paris, o Brasil apresentou sua NDC, onde se estabelece que, para o ano de 2025, irá reduzir suas emissões de Gases de Efeito Estufa na taxa dos 37% em relação aos níveis de 2005, e em 43% até 2030⁸⁸.

Dentre a atualização da NDC brasileira apresentada em 2022, o país se comprometeu a reduzir, até 2025, 37% da emissão de GEE e, até 2030, 50% das emissões, ambas as métricas comparadas ao ano de 2005⁸⁹.

Felizmente, as disposições do Acordo parecem estar surtindo efeito nas emissões brasileiras. De acordo com levantamento realizado pela IEA, o Brasil iniciou uma curva de redução na emissão de GEEs a partir de 2015. Houve uma redução de 92,85 Mt (Megatoneladas) de carbono emitidas entre 2014 e 2020, ano final da pesquisa⁹⁰.

Figura **Erro! Argumento de opção desconhecido.** - Total de Emissões de CO2 no Brasil entre 2014 e 2020

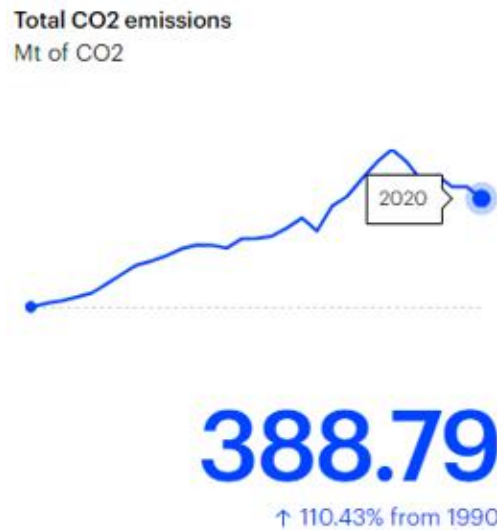


Nova Iorque, em 22 de abril de 2016. Brasília, DF: Presidência da República, 2017, grifo nosso. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/decreto/d9073.htm. Acesso em: 08 out. 2023.

⁸⁸ MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA, INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES (MCTIC). **Acordo de Paris**. Brasília, DF: MCTIC, [2016]. Disponível em: https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/sirene/publicacoes/acordo-de-paris-e-ndc/arquivos/pdf/acordo_paris.pdf. Acesso em: 8 out. 2023.

⁸⁹ PAINEL NDC - nossa contribuição para as metas de redução de emissões do Brasil. *In*: BNDES. Rio de Janeiro, 16 ago. 2023. Disponível em: <https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/desenvolvimento-sustentavel/resultados/emissoes-evitadas>. Acesso em: 08 out. 2023.

⁹⁰ BRAZIL. *In*: INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA). Paris, [2023]. Disponível em: <https://www.iea.org/countries/brazil>. Acesso em: 08 out. 2023.



Fonte: Brazil⁹¹.

Buscando atender os compromissos do Acordo de Paris, o Brasil em sua NDC se dispôs a intensificar a utilização da bioenergia na matriz energética no patamar de 18% em 2030⁹². Nesse contexto, com o objetivo de atingir as metas dos compromissos assinados no Acordo de Paris, o país criou, através da Lei nº 13.576/2017, a Política Nacional de Biocombustíveis (“RenovaBio”)⁹³.

Tal programa é uma das ferramentas mais completas desenvolvidas pelo país para atingir os compromissos assumidos no Acordo de Paris⁹⁴. Nesse programa foram estabelecidos objetivos gerais de redução das emissões dos gases de efeito estufa pelo Conselho Nacional de Política Energética (“CNPE”). No que diz respeito ao biocombustível distribuído, as metas são repassadas aos distribuidores de combustível pela ANP⁹⁵.

O mecanismo fundamental do RenovaBio, que será adiante detalhado, é o Crédito de Descarbonização (“CBIO”), um ativo utilizado pelas sociedades empresárias como

⁹¹ BRAZIL. *In*: INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA). Paris, [2023]. Disponível em: <https://www.iea.org/countries/brazil>. Acesso em: 08 out. 2023.

⁹² ESCRITÓRIO DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). **O compromisso do Brasil no combate às mudanças climáticas: produção e uso de energia**. Brasília, DF: EPE, 2016. *E-book*, p. 13. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/sala-de-imprensa/noticias/Documents/NT%20COP21%20iNDC.pdf>. Acesso em: 08 out. 2023.

⁹³ BRASIL. **Lei nº 13.576, de 26 de dezembro de 2017**. Dispõe sobre a Política Nacional de Biocombustíveis (RenovaBio) e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 2017. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/lei/113576.htm. Acesso em: 08 out. 2023.

⁹⁴ RENOVABIO. *In*: AGÊNCIA nacional do petróleo, gás natural e biocombustíveis. Brasília, DF, [2023]. Disponível em: <https://www.gov.br/anp/pt-br/assuntos/renovabio>. Acesso em: 08 out. 2023.

⁹⁵ *Ibid.*

comprovação da sua redução na emissão de gases de efeito estufa. Tal política é atrativa às empresas, já que a emissão dos CBIOs pode funcionar como certificado para a promoção de uma imagem sustentável dos agentes perante seu público-alvo e investidores, e fomenta o financiamento da transição energética, uma vez que os créditos são geradores de receita.

Nessa toada, ao que apontam as análises feitas pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (“Embrapa”), o Brasil necessitará de fontes energéticas além do biodiesel e etanol, para contar com 18% da matriz energética baseada em biocombustíveis até 2030. Em um cenário real, o álcool e o biodiesel poderão responder a, no máximo, 12,3% do total da matriz energética, o que evidencia a necessidade de se expandir a produção de biogás e biometano como bioenergia para alcançar a meta de 18% do acordo⁹⁶.

Por todo o visto, o Acordo de Paris toma a frente a fim de institucionalizar o chamado modelo regulatório de *bottom-up* a partir das NDCs, ou seja, vertical⁹⁷. Parte do plano de baixo (dos países) para cima (objetivo comum), uma vez que os próprios Estados Parte no Acordo instituem as suas obrigações perante a comunidade internacional, assim como avaliam a ambição de suas contribuições, sem a imposição de metas complexas aplicadas a todos.

Tal conformação propicia um equilíbrio entre as NDCs e sua característica flexível, já que são inclusas pelas partes junto a ONU sem a necessidade de assinatura de novo tratado ou acordo⁹⁸. Como garantia de segurança jurídica, cada parte no Acordo fica obrigada diante à comunidade internacional a apresentar sua contribuição e atualizá-la.

Por assim dizer, o Acordo de Paris apenas impulsiona que seus membros contribuam ativamente e individualmente para o cumprimento dos objetivos genéricos e gerais dele, no entanto, a ausência de contribuição ou de revisão da NDC, mesmo que obrigatória no Acordo, não é punível por qualquer dispositivo do tratado, ou seja, não há sanção prevista⁹⁹.

⁹⁶ BUSTÃO, N. País terá de investir em novos biocombustíveis para cumprir Acordo de Paris. *In*: EMBRAPA. Brasília, DF, 17 ago. 2017. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/26021588/pais-tera-de-investir-em-novos-biocombustiveis-para-cumprir-acordo-de-paris>. Acesso em: 08 out. 2023.

⁹⁷ WISZNIEWSKI, G.; WECHINEWSKY, P. M. Acordo de Paris: uma análise das possíveis implicações de ordem internacional ao estado brasileiro. *Academia de Direito*, Mafra, v. 5, p. 235-260, 2023, p. 248. Disponível em: <https://www.periodicos.unc.br/index.php/acaddir/article/view/3886/1968>. Acesso em: 8 out. 2023.

⁹⁸ *Ibid.*

⁹⁹ *Ibid.*, p. 250.

Em resumo, o Acordo de Paris de 2015 se estabelece em quatro princípios: (i) a Mitigação, em que os Estados parte devem adotar medidas domésticas para atingir os objetivos do acordo, assim como devem demonstrar os efeitos positivos de sua contribuição para a desaceleração das mudanças climáticas; (ii) a Adaptação, em que cada parte planejará a sua adaptação diante das mudanças climáticas; (iii) Transparência e Responsabilidade, em que as partes deverão apresentar informações fidedignas que colaborem com o monitoramento das políticas implementadas nacionalmente e, (iv) Financiamento, em que os países desenvolvidos colaborarão com as nações em desenvolvimento para fornecer assistência financeira¹⁰⁰.

Assim, apesar do caráter flexível do Acordo Internacional de Paris, ele se funda em uma política sólida e documenta a vontade soberana e consensual dos países em unir esforços para transformar e reverter, na medida do possível, o cenário climático global.

2.2 Perspectiva da IEA sobre o biogás e biometano

A Agência Internacional de Energia¹⁰¹ (IEA) se trata de uma organização internacional sediada em Paris vinculada à Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (“OCDE”)¹⁰². Opera, a princípio, para orientar e fiscalizar a política de assuntos energéticos em seus países membros, o Brasil não é membro, porém é associado e é documentado nos indicativos da IEA¹⁰³.

A partir dos parâmetros observados pela IEA, o biogás e o biometano representam, atualmente, uma parcela menor que 3% da demanda total por bioenergia e constituem uma porcentagem ainda mais reduzida de 0,3% na energia primária global¹⁰⁴.

¹⁰⁰ WISZNIEIWSKI, G.; WECHINEWSKY, P. M. Acordo de Paris: uma análise das possíveis implicações de ordem internacional ao estado brasileiro. **Academia de Direito**, Mafra, v. 5, p. 235-260, 2023, p. 247. Disponível em: <https://www.periodicos.unc.br/index.php/acaddir/article/view/3886/1968>. Acesso em: 8 out. 2023.

¹⁰¹ International Energy Agency

¹⁰² CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA (CNI). **Energia na OCDE**. São Paulo: CNI, [2023]. *E-book*, p. 1. Disponível em: https://static.portaldaindustria.com.br/media/filer_public/a0/7f/a07f786e-ac67-455e-a6ff-04e489a85ac1/cartilhaocde_energia.pdf. Acesso em: 08 out. 2023.p. 1

¹⁰³ BRAZIL. *In*: INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA). Paris, [2023]. Disponível em: <https://www.iea.org/countries/brazil>. Acesso em: 08 out. 2023.

¹⁰⁴ INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA). **Outlook for biogas and biomethane: prospects for organic growth**. Paris: IEA, 2020. *E-book*. Disponível em: https://iea.blob.core.windows.net/assets/03aeb10c-c38c-4d10-bcec-de92e9ab815f/Outlook_for_biogas_and_biomethane.pdf. Acesso em: 08 out. 2023.

Contudo, a Agência acredita que existem razões sólidas para crer que tais gases de baixo carbono ganharão destaque no futuro, oferecendo os mesmos benefícios do sistema do gás natural, como o armazenamento, flexibilidade e alto poder calorífico, sem conter as mesmas emissões líquidas de carbono¹⁰⁵, o que é um atributo crucial frente aos objetivos internacionais descarbonizados.

Não obstante, a Agência destaca que esses gases verdes possuem o potencial de desempenhar um papel fundamental para com a gestão de resíduos, propiciando um salto na eficiência geral dos recursos atualmente dispensados¹⁰⁶.

Em considerações mais amplas feitas pela IEA, ela dispõe que o uso dos gases verdes auxilia na reciclagem de nutrientes e na criação de empregos rurais. Além disso, tanto o biogás como o biometano podem ser gerados em larga escala através de parcerias entre a agroindústria e a indústria de energia¹⁰⁷.

Sendo assim, “Múltiplos combustíveis e tecnologias serão necessários para acelerar as transições energéticas, e os gases de baixo carbono - liderados pelo biometano e pelo hidrogênio de baixo carbono - têm papéis críticos a desempenhar (tradução nossa)”¹⁰⁸.

Não obstante, em seu *Outlook for biogas and biomethane: Prospects for organic growth*¹⁰⁹, pesquisa realizada em 2020, a IEA apontou que cada continente possui um amplo potencial para produzir biogás e/ou biometano, e a disponibilidade de matérias-primas residuais para essa finalidade está prevista para aumentar em 40% até 2040¹¹⁰. Em todas as regiões, no entanto, o aproveitamento dos múltiplos benefícios do biogás e biometano requer uma coordenação na formulação de políticas em energia, transporte, agricultura, meio ambiente e gestão de resíduos.

¹⁰⁵ INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA). **Outlook for biogas and biomethane: prospects for organic growth**. Paris: IEA, 2020. *E-book*. Disponível em: https://iea.blob.core.windows.net/assets/03aeb10c-c38c-4d10-bcec-de92e9ab815f/Outlook_for_biogas_and_biomethane.pdf. Acesso em: 08 out. 2023.

¹⁰⁶ *Ibid.*

¹⁰⁷ INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA). **Outlook for biogas and biomethane: prospects for organic growth**. Paris: IEA, 2020. *E-book*. Disponível em: https://iea.blob.core.windows.net/assets/03aeb10c-c38c-4d10-bcec-de92e9ab815f/Outlook_for_biogas_and_biomethane.pdf. Acesso em: 08 out. 2023.

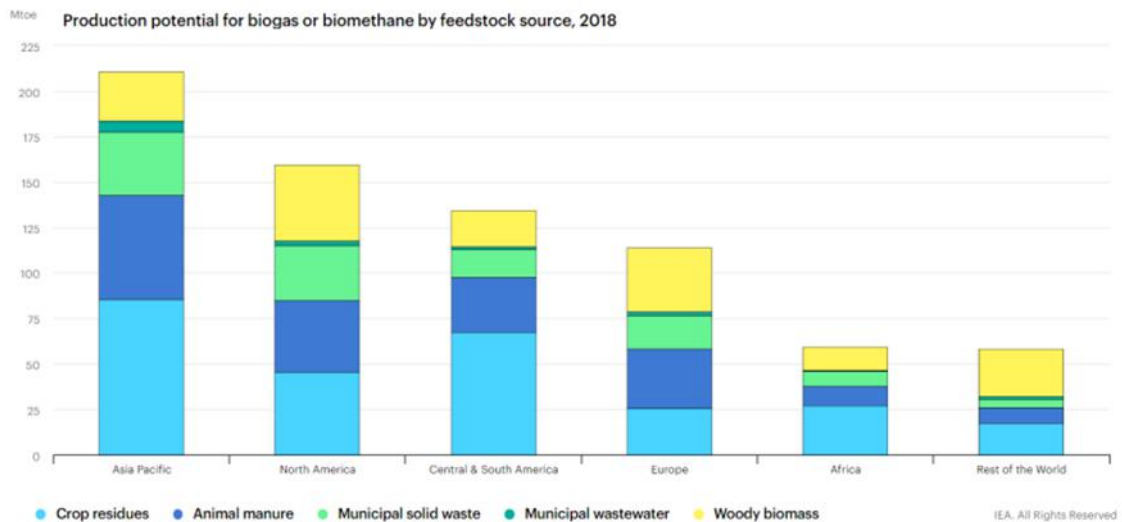
¹⁰⁸ *Ibid.*, p. 11.

¹⁰⁹ *Ibid.*, p. 11.

¹¹⁰ *Ibid.*, p. 7.

As maiores oportunidades de geração se concentram na região da Ásia-Pacífico, local onde, ao que informa a IEA¹¹¹, o consumo e a importação de gás natural vêm crescendo rapidamente nos últimos anos. No mesmo gráfico, é possível vislumbrar que a América do Sul também conta com enorme potencial por matéria-prima, maior que o europeu e o africano¹¹².

Figura 4 - Potencial Produtivo do biogás ou biometano por matéria-prima em 2018



Fonte: International Energy Agency (IEA)¹¹³.

De acordo com a IEA, a média global de produção dos biogases está programada para aumentar rapidamente nas próximas duas décadas, em virtude do crescimento da disponibilidade de diversas matérias-primas dispensadas, seja em razão do aumento de lixo e resíduos sólidos e/ou semissólidos dispensados, seja pelo crescimento das economias e aumento populacional¹¹⁴. Além disso, os programas de gestão e coleta de resíduos nos países em desenvolvimento estão se aperfeiçoando, o que pode significar uma oportunidade de instalação de usinas de biogás em estações de tratamento de águas e aterros sanitários¹¹⁵.

Contudo, com exceção de certos gases advindos de aterros sanitários, a maioria do biometano avaliado nos relatórios da IEA é mais cara do que os preços de gás natural em

¹¹¹ INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA). **Outlook for biogas and biomethane: prospects for organic growth**. Paris: IEA, 2020. *E-book*. Disponível em: https://iea.blob.core.windows.net/assets/03aeb10c-c38c-4d10-bcec-de92e9ab815f/Outlook_for_biogas_and_biomethane.pdf. Acesso em: 08 out. 2023.

¹¹² *Ibid.*

¹¹³ *Ibid.*, p. 7.

¹¹⁴ *Ibid.*, p. 7.

¹¹⁵ *Ibid.*

quantidade equivalente, sendo próximo dos 19 dólares por MBtu (milhão de unidades térmicas britânicas)¹¹⁶, não contabilizados os custos adicionais para injeção na rede de gás natural.

Entretanto, o relatório *Outlook for biogas and biomethane: Prospects for organic growth* considera que cerca de 30 Mtep (milhões de toneladas equivalentes de petróleo) ou 40 bcm (bilhões de metros cúbicos de biometano), em especial provenientes de aterros sanitários, poderiam ser produzidos hoje a um preço mais baixo do que o valor geral do gás natural¹¹⁷.

Apesar disso, a IEA vislumbra um cenário otimista, já que a diferença de custo entre o biometano e o gás natural deve diminuir ao longo do tempo, à medida que as tecnologias de produção de biometano se aperfeiçoam¹¹⁸. O reconhecimento do valor agregado nos créditos de carbono e de metano também desempenha um papel fundamental na aceleração da competitividade no preço do biometano, já que ele também funciona como ativo de créditos.

Nesse ínterim, a IEA reconhece a importância do biogás e biometano como combustíveis capazes de suprimir deficiências energéticas geradas por fontes de energia variáveis com as condições ambientais¹¹⁹.

Não obstante, o *Today in the Lab – Tomorrow in Energy?*¹²⁰ é uma iniciativa da IEA desenvolvida para destacar projetos de pesquisa e desenvolvimento nos Programas de Colaboração em Tecnologia¹²¹ (TCPs)¹²². Nesse projeto, a IEA mantém o laboratório “*How biogas can support intermittent renewable electricity*”¹²³ desde 2019.

¹¹⁶ INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA). **Outlook for biogas and biomethane**: prospects for organic growth. Paris: IEA, 2020. *E-book*. Disponível em: https://iea.blob.core.windows.net/assets/03aeb10c-c38c-4d10-bcec-de92e9ab815f/Outlook_for_biogas_and_biomethane.pdf. Acesso em: 08 out. 2023.

¹¹⁷ *Ibid.*

¹¹⁸ *Ibid.*

¹¹⁹ *Ibid.*

¹²⁰ Hoje no Laboratório – Amanhã na Energia?

¹²¹ Technology Collaboration Programmes

¹²² HOW BIOGAS can support intermittent renewable electricity. *In*: INTERNATIONAL energy agency (IEA). Paris, 2021. Disponível em: <https://www.iea.org/articles/how-biogas-can-support-intermittent-renewable-electricity>. Acesso em: 08 out. 2023.

¹²³ Como o biogás pode auxiliar as fontes intermitentes de eletricidade renovável?

Tal projeto tem como objetivo explorar as estratégias e aspectos técnicos para aproveitar a flexibilidade das instalações de biogás, a fim de facilitar o constante fornecimento de eletricidade renovável, em um sistema de energia descarbonizado¹²⁴.

Explica-se que a eletricidade renovável proveniente da energia solar ou eólica é variável ao longo do tempo à medida que as condições meteorológicas mudam, portanto, precisa ser complementada por sistemas de energia cuja disponibilidade seja praticamente constante a qualquer momento do dia ou do ano, e esse é o caso do biogás¹²⁵. Além disso, os sistemas de biogás podem ser utilizados para atender à demanda sazonal por aquecimento em edifícios¹²⁶.

Por fim, a IEA considera que o biogás pode ser integrado com sistemas de "*power to gas*" para a produção de hidrogênio verde¹²⁷. A geração de hidrogênio é feita a partir da eletrólise da água, o que demanda uma fonte externa de energia. A eletricidade para tanto poderia ser gerada por gás advindo da biomassa¹²⁸, propiciando a produção de um hidrogênio completamente sustentável.

¹²⁴ HOW BIOGAS can support intermittent renewable electricity. *In*: INTERNATIONAL energy agency (IEA). Paris, 2021. Disponível em: <https://www.iea.org/articles/how-biogas-can-support-intermittent-renewable-electricity>. Acesso em: 08 out. 2023.

¹²⁵ *Ibid.*

¹²⁶ *Ibid.*

¹²⁷ *Ibid.*

¹²⁸ POWER-TO-GAS via hidrogênio. *In*: O SETOR elétrico. [S. l.], 18 jul. 2018. Disponível em: <https://www.osestoreletrico.com.br/power-to-gas-via-hidrogenio/>. Acesso em: 08 out. 2023.

3 HISTÓRICO DO BIOGÁS NO BRASIL

O biogás começou a ser utilizado na América Latina durante a década de 1970¹²⁹ como combustível alternativo em reação à alta dos preços nos barris de petróleo ocasionada pelo chamado “primeiro choque do petróleo”¹³⁰.

No Brasil, em 1977, foi desenvolvido o Projeto de Difusão do Biogás pela Empresa Brasileira de Assistência Técnica e Extensão Rural (“Emater”), atuante no estado de São Paulo e no Distrito Federal¹³¹.

Mais precisamente em novembro de 1979, na Granja do Torto¹³², uma Residência Oficial do governo em Brasília, foi instalado um dos primeiros biodigestores do país. Tal projeto demonstrou ser possível instalar uma unidade produtora de biogás a partir de materiais simples e com custos reduzidos.

A partir da unidade da Granja do Torto, o Governo Federal iniciou o desenvolvimento do Programa de Mobilização Energética (“PME”)¹³³, esse programa foi instituído pelo Decreto nº 87.079, em 2 de abril de 1982¹³⁴. O PME tinha por objetivo reduzir a dependência brasileira por derivados de petróleo. O decreto coloca o biogás e a biomassa como uma alternativa para

¹²⁹ BIOGÁS no Brasil, história e perspectiva de futuro. In: CIBIOGÁS. Itaipu, [2023]. Disponível em: [https://cibioogas.org/blog/biogas-no-brasil-historia-e-perspectiva-de-futuro/#:~:text=1979%20E2%80%93%20biog%C3%A1s%20os%20primeiros%20passos&text=O%20biog%C3%A1s%20no%20Brasil%20se%20iniciou%20com%20a%20crise%20do,anaer%C3%B3bia%20da%20mat%C3%A9ria%20org%C3%A2nica\)%3B](https://cibioogas.org/blog/biogas-no-brasil-historia-e-perspectiva-de-futuro/#:~:text=1979%20E2%80%93%20biog%C3%A1s%20os%20primeiros%20passos&text=O%20biog%C3%A1s%20no%20Brasil%20se%20iniciou%20com%20a%20crise%20do,anaer%C3%B3bia%20da%20mat%C3%A9ria%20org%C3%A2nica)%3B). Acesso em: 08 out. 2023.

¹³⁰ Ocorrido em 1973, e reação ao apoio prestado pelos Estados Unidos ao Estado de Israel durante a Guerra do Yom Kippur, tendo os países árabes membros da Organização dos Países Exportadores de Petróleo (Opep) aumentando o preço do barril de petróleo em mais de 400%.

¹³¹ MILANEZ, A. Y.; MAIA, G. B. da S.; GUIMARÃES, D. D. Biogás: evolução recente e potencial de uma nova fronteira de energia renovável para o Brasil. **BNDES setorial**, Rio de Janeiro, v. 27, n. 51, p. 177-216, mar. 2021, p. 184. Disponível em: https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/20801/1/PR_Biogas_215276_P_BD.pdf. Acesso em: 08 out. 2023.

¹³² HISTÓRIA do biogás. In: BGS EQUIPAMENTOS para biogás. Curitiba, [2023]. Disponível em: <https://www.bgsequipamentos.com.br/historia-do-biogas/>. Acesso em: 08 out. 2023.

¹³³ DUARTE, V. H.; VALENTINI, M.; SANTOS, G. B. dos; NADALETTI, W. C.; VIEIRA, B. M. Biocombustíveis: uma revisão sobre o panorama histórico, produção e aplicações do biogás. **Revista ambiental**, Maceió, v. 14, n. 2, p. 22-34, 2022, p. 26. Disponível em: <https://periodicosuneal.emnuvens.com.br/ambientale/article/view/371/302>. Acesso em: 08 out. 2023.

¹³⁴ BRASIL. **Decreto nº 87.079, de 2 de abril de 1982**. Aprova as Diretrizes para o Programa de Mobilização Energética. Brasília, DF: Presidência da República, 1982. <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1980-1987/decreto-87079-2-abril-1982-436644-publicacaooriginal-1-pe.html#:~:text=Aprova%20as%20Diretrizes%20para%20o%20Programa%20de%20Mobiliza%C3%A7%C3%A3o%20Energ%C3%A9tica>. Acesso em: 08 out. 2023.

racionalizar a utilização da energia, com a intenção de substituir gradualmente o consumo dos derivados de petróleo por combustíveis renováveis nacionais¹³⁵.

O Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná estima que, até o ano de 1984, por volta de 3.000 biodigestores estavam instalados no Brasil¹³⁶. Entretanto, em razão da falta de manutenção dos equipamentos, problemas operacionais e carência de mão de obra, os biodigestores acabaram ficando em segundo plano.

Mesmo assim, entre o final de década de 1990 e o início dos anos 2000, o biogás voltou a ter importância, dessa vez para reduzir as emissões de gases de efeito estufa, seja por meio do incentivo “Mecanismo de Desenvolvimento Limpo” (“MDL”), seja pela geração de Créditos de Carbono¹³⁷. Além disso, ainda nos anos 2000, empresas privadas passaram a focar na instalação de plantas produtoras no Brasil¹³⁸.

Nessa toada, foi implantado em 2009 o Programa de Geração Distribuída com Saneamento Ambiental, apresentado pela Companhia Paranaense de Energia (“COPEL”), “[...] um projeto piloto que visa contratar, na modalidade Geração Distribuída – GD, o excedente de energia elétrica gerada em pequenas centrais geradoras tendo, como combustível, o biogás produzido por dejetos orgânicos de animais”¹³⁹. Além disso, em 2010 foi assinado o projeto do Laboratório de Biogás dentro do Parque Tecnológico de Itaipu¹⁴⁰.

Ainda em 2010, foi instituída a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010)¹⁴¹ objetivando o melhor beneficiamento dos resíduos sólidos e, também, o beneficiamento dos biogases advindos de tais resíduos:

¹³⁵ DUARTE, V. H.; VALENTINI, M.; SANTOS, G. B. dos; NADALETTI, W. C.; VIEIRA, B. M. Biocombustíveis: uma revisão sobre o panorama histórico, produção e aplicações do biogás. **Revista ambiental**, Maceió, v. 14, n. 2, p. 22-34, 2022, p. 26. Disponível em: <https://periodicosuneal.emnuvens.com.br/ambientale/article/view/371/302>. Acesso em: 08 out. 2023.

¹³⁶ BIOGÁS no Brasil, história e perspectiva de futuro. In: CIBIOGÁS. Itaipu, [2023]. Disponível em: [https://cibioogas.org/blog/biogas-no-brasil-historia-e-perspectiva-de-futuro/#:~:text=1979%20E2%80%93%20biog%C3%A1s%20os%20primeiros%20passos&text=O%20biog%C3%A1s%20no%20Brasil%20se%20iniciou%20com%20a%20crise%20do,anaer%C3%B3bia%20da%20mat%C3%A9ria%20org%C3%A2nica\)%3B](https://cibioogas.org/blog/biogas-no-brasil-historia-e-perspectiva-de-futuro/#:~:text=1979%20E2%80%93%20biog%C3%A1s%20os%20primeiros%20passos&text=O%20biog%C3%A1s%20no%20Brasil%20se%20iniciou%20com%20a%20crise%20do,anaer%C3%B3bia%20da%20mat%C3%A9ria%20org%C3%A2nica)%3B). Acesso em: 08 out. 2023.

¹³⁷ DUARTE; VALENTINI; SANTOS; NADALETTI; VIEIRA, *op. cit.*, p. 26.

¹³⁸ BIOGÁS [...], *op. cit.*

¹³⁹ AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). **Processo 45000.002596/2008-33**. Brasília, DF: 05 maio 2009. https://www2.aneel.gov.br/cedoc/area20091900_1.pdf, p. 1. Acesso em: 26 out. 2023.

¹⁴⁰ BIOGÁS [...], *op. cit.*

¹⁴¹ BRASIL. **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 2010.

Art. 15. A União elaborará, sob a coordenação do Ministério do Meio Ambiente, o Plano Nacional de Resíduos Sólidos, com vigência por prazo indeterminado e horizonte de 20 (vinte) anos, a ser atualizado a cada 4 (quatro) anos, tendo como conteúdo mínimo:

[...]

IV - metas para o aproveitamento energético dos gases gerados nas unidades de disposição final de resíduos sólidos;

[...] ¹⁴².

Em 2012 foi lançado o Plano Setorial de Mitigação e de Adaptação às Mudanças Climáticas para Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura, denominado Agricultura de Baixa Emissão de Carbono (“ABC”), que impacta diretamente no incentivo à produção de biogás advindo da agricultura¹⁴³. Já em 2013, a ABiogás foi criada como uma rede de produtores, compradores e interessados nos gases verdes¹⁴⁴.

Como um importante salto, em 2016 o MME lançou o já citado nessa dissertação, RenovaBio que, em junho de 2017, foi aprovado pelo CNPE. O decreto oficial foi assinado no dia 14 de março de 2018¹⁴⁵.

De acordo com os dados divulgados pelo Panorama do Biogás no Brasil, o país hoje conta com 936 plantas de biogás instaladas, sendo 885 unidades em operação, com produção aproximada de 2,8 bilhões de Nm³/ano (metros cúbicos normais por ano)¹⁴⁶.

Nesse sentido, o biometano se sobressai pelo crescimento de 82% no número de plantas, que convertem cerca de 22% do biogás produzido no Brasil. São 359,8 milhões Nm³/ano de

Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm. Acesso em: 09 out. 2023.

¹⁴² BRASIL. **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 2010. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm. Acesso em: 09 out. 2023, grifo nosso.

¹⁴³ PLANO ABC – plano setorial de mitigação e de adaptação às mudanças climáticas visando à consolidação de uma economia de baixa emissão de carbono na agricultura. *In*: EMBRAPA. Brasília, DF, [2023]. Disponível em: <https://www.embrapa.br/tema-agricultura-de-baixo-carbono/sobre-o-tema>. Acesso em: 09 out. 2023.

¹⁴⁴ SOBRE nós. *In*: ABIOGÁS. São Paulo, c2022. Disponível em: <https://abiogas.org.br/contato>. Acesso em: 09 out. 2023.

¹⁴⁵ BIOGÁS no Brasil, história e perspectiva de futuro. *In*: CIBIOGÁS. Itaipu, [2023]. Disponível em: [https://cibiogas.org/blog/biogas-no-brasil-historia-e-perspectiva-de-futuro/#:~:text=1979%20E2%80%93%20biog%C3%A1s%20os%20primeiros%20passos&text=O%20biog%C3%A1s%20no%20Brasil%20se%20iniciou%20com%20a%20crise%20do,anaer%C3%B3bia%20da%20mat%C3%A9ria%20org%C3%A2nica\)%3B](https://cibiogas.org/blog/biogas-no-brasil-historia-e-perspectiva-de-futuro/#:~:text=1979%20E2%80%93%20biog%C3%A1s%20os%20primeiros%20passos&text=O%20biog%C3%A1s%20no%20Brasil%20se%20iniciou%20com%20a%20crise%20do,anaer%C3%B3bia%20da%20mat%C3%A9ria%20org%C3%A2nica)%3B). Acesso em: 08 out. 2023.

¹⁴⁶ CENTRO INTERNACIONAL DE ENERGIAS RENOVÁVEIS (CIBIOGÁS). Panorama do Biogás no Brasil 2022. Foz do Iguaçu: CIBiogás, 2023. *E-book*, p. 6. Disponível em: https://d335luupugsy2.cloudfront.net/cms%2Ffiles%2F54738%2F1694006188CIBiogs_Panorama_do_Biogs_no_Brasil_2022.pdf. Acesso em: 09 out. 2023.

biometano, o que, de acordo com o Panorama é o “[...] equivalente a rodar 3.598 milhões km/ano com veículos leves e 900 milhões km/ano com veículos pesados”¹⁴⁷.

Em um olhar futuro, o Plano Decenal de Expansão de Energia 2030 divulgado pelo MME¹⁴⁸ em 2021, indica elevada quantidade de resíduos de cana provenientes da produção de etanol e açúcar que podem ser destinados à produção de biogás, alcançando uma geração de 6,9 bilhões de Nm³ em 2030¹⁴⁹.

3.1 Tratamento destinado ao biometano pela nova lei do gás

Dentre a Nova Lei do Gás, Lei nº 14.134/2021¹⁵⁰ e o Decreto nº 10.712/2021¹⁵¹ que a regulamenta, é observado um dispositivo que permite o tratamento regulatório equivalente ao do gás natural para gases que não se enquadram na definição de gás natural, conforme exposto abaixo:

Art. 3º Ficam estabelecidas as seguintes definições para os fins desta Lei e de sua regulamentação:

[...]

XXI - gás natural: todo hidrocarboneto que permanece em estado gasoso nas condições atmosféricas normais, extraído diretamente a partir de reservatórios petrolíferos ou gaseíferos, cuja composição poderá conter gases úmidos, secos e residuais;

[...]

¹⁴⁷ BRASIL registra aumento de 15% no número de plantas de biogás em 2022. In: ITAIPU binacional. Foz do Iguaçu, 06 set. 2023. Disponível em: <https://www.itaipu.gov.br/sala-de-imprensa/noticia/brasil-registra-aumento-de-15-no-numero-de-plantas-de-biogas-em-2022#:~:text=Essas%20unidades%20convertem%2022%25%20do,km%2Fano%20com%20ve%C3%ADcul os%20pesados>. Acesso em: 09 out. 2023.

¹⁴⁸ MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA (MNE); EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). **Plano decenal de expansão de energia 2030**. Brasília, DF: MME/EPE, 2020. *E-book*. Disponível em: https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-490/topico-564/Minuta_do_Plano_Decenal_de_Expansao_de_Energia_2030__PDE_2030.pdf. Acesso em: 09 out. 2023.

¹⁴⁹ *Ibid.*

¹⁵⁰ BRASIL. **Lei nº 14.134, de 8 de abril de 2021**. Dispõe sobre as atividades relativas ao transporte de gás natural, de que trata o art. 177 da Constituição Federal, e sobre as atividades de escoamento, tratamento, processamento, estocagem subterrânea, acondicionamento, liquefação, regaseificação e comercialização de gás natural; altera as Leis nºs 9.478, de 6 de agosto de 1997, e 9.847, de 26 de outubro de 1999; e revoga a Lei nº 11.909, de 4 de março de 2009, e dispositivo da Lei nº 10.438, de 26 de abril de 2002. Brasília, DF: Presidência da República, 2021. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2021/Lei/L14134.htm. Acesso em: 09 out. 2023.

¹⁵¹ BRASIL. **Decreto nº 10.712, de 2 de junho de 2021**. Regulamenta a Lei nº 14.134, de 8 de abril de 2021, que dispõe sobre as atividades relativas ao transporte de gás natural, de que trata o art. 177 da Constituição, e sobre as atividades de escoamento, tratamento, processamento, estocagem subterrânea, acondicionamento, liquefação, regaseificação e comercialização de gás natural. Brasília, DF: Presidência da República, 2021. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2021/Decreto/D10712.htm. Acesso em: 09 out. 2023.

§ 2º Para fins do disposto nesta Lei, o gás que não se enquadrar na definição de gás natural de que trata o inciso XXI do caput deste artigo poderá ter tratamento equivalente, desde que aderente às especificações estabelecidas pela ANP¹⁵².

Essa possibilidade fica explícita no decreto que regulamenta a Nova Lei do Gás, ele traz uma clara definição do biometano e abarca a premissa de condições físico-químicas semelhantes às do gás natural para tratá-lo de forma equivalente ao gás, conforme exposto abaixo:

Art. 2º Para os fins deste Decreto, considera-se:

[...]

II - biogás - gás bruto que na sua composição contém metano obtido de matéria-prima renovável ou de resíduos orgânicos;

III - biometano - biocombustível gasoso constituído essencialmente de metano, derivado da purificação do biogás;

[...]

Art. 4º Conforme o disposto no § 2º do art. 3º da Lei nº 14.134, de 2021, **para todos os fins, o biometano e outros gases intercambiáveis com o gás natural terão tratamento regulatório equivalente ao gás natural, desde que atendidas as especificações estabelecidas pela ANP¹⁵³.**

Destaca-se que a ANP apenas editou duas Resoluções para tratar da especificação do biometano intercambiável ao gás natural, uma relativa ao biometano oriundo de aterros sanitários e de estações de tratamento de esgoto (Resolução ANP nº 886/2022)¹⁵⁴ e outra para o biometano oriundo de produtos e resíduos orgânicos agrossilvopastoris e comerciais (Resolução ANP nº 906/2022)¹⁵⁵.

¹⁵² BRASIL. **Lei nº 14.134, de 8 de abril de 2021.** Dispõe sobre as atividades relativas ao transporte de gás natural, de que trata o art. 177 da Constituição Federal, e sobre as atividades de escoamento, tratamento, processamento, estocagem subterrânea, acondicionamento, liquefação, regaseificação e comercialização de gás natural; altera as Leis nºs 9.478, de 6 de agosto de 1997, e 9.847, de 26 de outubro de 1999; e revoga a Lei nº 11.909, de 4 de março de 2009, e dispositivo da Lei nº 10.438, de 26 de abril de 2002. Brasília, DF: Presidência da República, 2021, grifo nosso. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2021/Lei/L14134.htm. Acesso em: 09 out. 2023.

¹⁵³ BRASIL. **Decreto nº 10.712, de 2 de junho de 2021.** Regulamenta a Lei nº 14.134, de 8 de abril de 2021, que dispõe sobre as atividades relativas ao transporte de gás natural, de que trata o art. 177 da Constituição, e sobre as atividades de escoamento, tratamento, processamento, estocagem subterrânea, acondicionamento, liquefação, regaseificação e comercialização de gás natural. Brasília, DF: Presidência da República, 2021, grifo nosso. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2021/Decreto/D10712.htm. Acesso em: 09 out. 2023.

¹⁵⁴ AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCMBUSTÍVEIS (ANP). **Resolução ANP nº 886, de 29 de setembro de 2022.** Estabelece a especificação e as regras para aprovação do controle da qualidade do biometano oriundo de aterros sanitários e de estações de tratamento de esgoto destinado ao uso veicular e às instalações residenciais, industriais e comerciais, a ser comercializado no território nacional. Brasília, DF: ANP, 2022. Disponível em: <https://atosoficiais.com.br/anp/resolucao-n-886-2022-estabelece-a-especificacao-e-as-regras-para-aprovacao-do-controle-da-qualidade-do-biometano-oriundo-de-aterros-sanitarios-e-de-estacoes-de-tratamento-de-esgoto-destinado-ao-uso-veicular-e-as-instalacoes-residenciais-industriais-e-comerciais-a-ser-comercializado-no-territorio-nacional>. Acesso em: 09 out. 2023.

¹⁵⁵ AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCMBUSTÍVEIS (ANP). **Resolução ANP nº 906, de 18 de novembro de 2022.** Dispõe sobre as especificações do biometano oriundo de produtos e resíduos orgânicos agrossilvopastoris e comerciais destinado ao uso veicular e às instalações residenciais e

Ao fazer a distinção acima apontada, a ANP não promoveu uma regulação específica para o biometano oriundo de usinas sucroalcooleiras e demais resíduos gerados pelo plantio de alimentos, porém, é possível dizer que são aplicáveis a ele as disposições comuns às duas Resoluções ANP editadas.

No bojo das duas Resoluções, são feitas definições para compreender os entendimentos da ANP acerca do biometano:

Art. 2º Para os fins desta Resolução ficam estabelecidas as seguintes definições:

I – biogás: gás bruto obtido da decomposição biológica de resíduos orgânicos;

II – biometano: gás constituído essencialmente de metano, derivado da purificação do biogás;

[...]

IV - produtor de biometano: pessoa jurídica autorizada pela ANP para o exercício da atividade de produção de biometano¹⁵⁶.

Art. 4º. Para os fins desta Resolução ficam estabelecidas as seguintes definições:

[...]

III - gás natural veicular (GNV): denominação do combustível gasoso, tipicamente proveniente do gás natural ou biometano, ou da mistura de ambos,

destinado ao uso veicular e cujo componente principal é o metano, observadas as especificações estabelecidas pela ANP; [...]¹⁵⁷.

Como o biometano não é extraído diretamente a partir de reservatórios petrolíferos ou gaseíferos, aplica-se a ele o disposto no art. 3º, § 2º da Lei do Gás e art. 4º do Decreto nº 10.712/2021, pelo qual o biometano é tratado de forma equivalente ao gás natural, desde que atendidas as especificações previstas nas Resoluções da ANP. Especificações essas que também são exigidas na forma dos artigos das Resoluções que regem o biometano:

comerciais a ser comercializado em todo o território nacional. Brasília, DF: ANP, 2022, grifo nosso. Disponível em: <https://atosoficiais.com.br/anp/resolucao-n-906-2022-dispoe-sobre-as-especificacoes-do-biometano-oriundo-de-produtos-e-residuos-organicos-agrossilvopastoris-e-comerciais-destinado-ao-uso-veicular-e-as-instalacoes-residenciais-e-comerciais-a-ser-comercializado-em-todo-o-territorio-nacional?origin=instituicao>. Acesso em: 09 out. 2023.

¹⁵⁶ AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCMBUSTÍVEIS (ANP). **Resolução ANP nº 886, de 29 de setembro de 2022**. Estabelece a especificação e as regras para aprovação do controle da qualidade do biometano oriundo de aterros sanitários e de estações de tratamento de esgoto destinado ao uso veicular e às instalações residenciais, industriais e comerciais, a ser comercializado no território nacional. Brasília, DF: ANP, 2022. Disponível em: <https://atosoficiais.com.br/anp/resolucao-n-886-2022-estabelece-a-especificacao-e-as-regras-para-aprovacao-do-controle-da-qualidade-do-biometano-oriundo-de-aterros-sanitarios-e-de-estacoes-de-tratamento-de-esgoto-destinado-ao-uso-veicular-e-as-instalacoes-residenciais-industriais-e-comerciais-a-ser-comercializado-no-territorio-nacional>. Acesso em: 09 out. 2023.

¹⁵⁷ AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCMBUSTÍVEIS (ANP). **Resolução ANP nº 906, de 18 de novembro de 2022**. Dispõe sobre as especificações do biometano oriundo de produtos e resíduos orgânicos agrossilvopastoris e comerciais destinado ao uso veicular e às instalações residenciais e comerciais a ser comercializado em todo o território nacional. Brasília, DF: ANP, 2022, grifo nosso. Disponível em: <https://atosoficiais.com.br/anp/resolucao-n-906-2022-dispoe-sobre-as-especificacoes-do-biometano-oriundo-de-produtos-e-residuos-organicos-agrossilvopastoris-e-comerciais-destinado-ao-uso-veicular-e-as-instalacoes-residenciais-e-comerciais-a-ser-comercializado-em-todo-o-territorio-nacional?origin=instituicao>. Acesso em: 09 out. 2023.

Art. 5º É vedada a comercialização de biometano oriundo de produtos e resíduos orgânicos agrossilvopastoris e comerciais que não atenda à especificação estabelecida no Anexo¹⁵⁸.

Art. 6º O biometano que atenda à especificação estabelecida no Anexo, poderá ser misturado ao gás natural¹⁵⁹.

§ 2º A mistura do biometano com gás natural deverá atender ao disposto do Anexo da Resolução ANP nº 16, de 17 de junho de 2008¹⁶⁰.

Art. 3º É vedada a comercialização de biometano oriundo de aterros sanitários e de estações de tratamento de esgoto para uso veicular, residencial, industrial e comercial, bem como sua mistura com o gás natural, que não atenda à especificação estabelecida no Anexo I¹⁶¹.

Essencialmente, o que diferencia as duas Resoluções ANP sobre as especificações ideais do biometano, é que a Resolução nº 886/2022¹⁶², além dos requisitos de qualidade indicados pela Resolução nº 906/2022, institui especificações para o teor de siloxanos, limite máximo de clorados e de fluorados. Confere-se abaixo os valores de referência:

¹⁵⁸ AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCMBUSTÍVEIS (ANP). **Resolução ANP nº 906, de 18 de novembro de 2022**. Dispõe sobre as especificações do biometano oriundo de produtos e resíduos orgânicos agrossilvopastoris e comerciais destinado ao uso veicular e às instalações residenciais e comerciais a ser comercializado em todo o território nacional. Brasília, DF: ANP, 2022, grifo nosso. Disponível em: <https://atosoficiais.com.br/anp/resolucao-n-906-2022-dispoe-sobre-as-especificacoes-do-biometano-oriundo-de-produtos-e-residuos-organicos-agrossilvopastoris-e-comerciais-destinado-ao-uso-veicular-e-as-instalacoes-residenciais-e-comerciais-a-ser-comercializado-em-todo-o-territorio-nacional?origin=instituicao>. Acesso em: 09 out. 2023.

¹⁵⁹ *Ibid.*

¹⁶⁰ *Ibid.*

¹⁶¹ AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCMBUSTÍVEIS (ANP). **Resolução ANP nº 886, de 29 de setembro de 2022**. Estabelece a especificação e as regras para aprovação do controle da qualidade do biometano oriundo de aterros sanitários e de estações de tratamento de esgoto destinado ao uso veicular e às instalações residenciais, industriais e comerciais, a ser comercializado no território nacional. Brasília, DF: ANP, 2022, grifo nosso. Disponível em: <https://atosoficiais.com.br/anp/resolucao-n-886-2022-estabelece-a-especificacao-e-as-regras-para-aprovacao-do-controle-da-qualidade-do-biometano-oriundo-de-aterros-sanitarios-e-de-estacoes-de-tratamento-de-esgoto-destinado-ao-uso-veicular-e-as-instalacoes-residenciais-industriais-e-comerciais-a-ser-comercializado-no-territorio-nacional>. Acesso em: 09 out. 2023.

¹⁶² *Ibid.*

Figura 5 - Características físico-químicas do biometano na Resolução ANP nº 886/2022

Característica	Unidade	Limite (1)			Método (2)			
		Norte	Nordeste	Centro-Oeste, Sudeste e Sul	NBR	ASTM D	ISO	EN/NF
Poder Calorífico Superior	kJ/m ³	34.000 a 38.400	35.000 a 43.000		15213	3588	6976	-
	kWh/m ³	9,47 a 10,67	9,72 a 11,94					
Índice de Wobbe	kJ/m ³	40.500 a 45.000	46.500 a 53.500		15213	-	6976	-
Metano, min.	% mol	90,0	90,0		14903	1945	6974	-
Etano (3)	% mol	anotar	anotar		14903	1945	6974	-
Propano (3)	% mol	anotar	anotar		14903	1945	6974	-
Butanos e mais pesados (3)	% mol	anotar	anotar		14903	1945	6974	-
Oxigênio, máx.	% mol	0,8	0,8		14903	1945	6974	-
CO ₂ , máx.	% mol	3,0	3,0		14903	1945	6974	-
CO ₂ + O ₂ + N ₂ , máx.	% mol	10			14903	1945	6974	-
Enxofre Total, máx.(4,5)	mg/m ³	70			15631	5504	6326-3 6326-5 19739	-
Gás Sulfídrico (H ₂ S), máx.	mg/m ³	10			15631	4084-07 4323-15 5504 6228	6326-3 19739	-
Ponto de orvalho de água a 1atm, máx. (6)	°C		- 39	- 45	15765	5454	6327 10101-2 10101-3 11541	-
Ponto de orvalho de hidrocarbonetos (7,8,9,10)	°C	15	15	0	16338	-	23874	-
Teor de siloxanos, máx.	mgSi/m ³	0,3	0,3		16560 16561	-	-	-
Clorados, máx.	mgCl/m ³	5,0	5,0		16562	-	-	EN 1911
Fluorados, máx.	mgF/m ³	5,0	5,0		16562	-	15713	X43-304

Fonte: Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP)163.

Tais valores de referência foram instituídos em consonância com os apresentados na Resolução ANP nº 16/08, em que: “Art. 1º Fica estabelecida no Regulamento Técnico ANP parte integrante desta Resolução, a especificação do gás natural, nacional ou importado, a ser comercializado em todo o território nacional”¹⁶⁴. Verifica-se que a especificação desejada ao gás natural é praticamente a mesma das Resoluções destinadas ao biometano:

¹⁶³ AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCMBUSTÍVEIS (ANP). **Resolução ANP nº 886, de 29 de setembro de 2022**. Estabelece a especificação e as regras para aprovação do controle da qualidade do biometano oriundo de aterros sanitários e de estações de tratamento de esgoto destinado ao uso veicular e às instalações residenciais, industriais e comerciais, a ser comercializado no território nacional. Brasília, DF: ANP, 2022, grifo nosso. Disponível em: <https://atosoficiais.com.br/anp/resolucao-n-886-2022-estabelece-a-especificacao-e-as-regras-para-aprovacao-do-controle-da-qualidade-do-biometano-oriundo-de-aterros-sanitarios-e-de-estacoes-de-tratamento-de-esgoto-destinado-ao-uso-veicular-e-as-instalacoes-residenciais-industriais-e-comerciais-a-ser-comercializado-no-territorio-nacional>. Acesso em: 09 out. 2023.

¹⁶⁴ AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCMBUSTÍVEIS (ANP). **Resolução ANP nº 16, de 17.6.2008, dou 18 de junho de 2008**. Brasília, DF: ANP, 2008. Disponível em: <https://atosoficiais.com.br/anp/resolucao-n-16-2008?origin=instituicao&q=16/2008>. Acesso em: 09 out. 2023.

Figura 6 - Características físico-químicas do gás natural na Resolução ANP nº 16/08

CARACTERÍSTICA	UNIDADE	LIMITE (2) (3)			MÉTODO		
		Norte	Nordeste	Centro-Oeste, Sudeste e Sul	NBR	ASTM D	ISO
Poder calorífico superior (4)	kJ/ m ³	34.000 a 38.400	35.000 a 43.000		15213	3588	6976
	kWh/m ³	9,47 a 10,67	9,72 a 11,94				
Índice de Wobbe (5)	kJ/m ³	40.500 a 45.000	46.500 a 53.500		15213	-	6976
Número de metano, mín. (6)		anotar (3)	65		-	-	15403
Número de metano, mín. (6)		anotar (3)	65				15403
Metano, mín.	% mol.	68,0	85,0		14903	1945	6974
Etano, máx.	% mol.	12,0	12,0		14903	1945	6974
Propano, máx.	% mol.	3,0	6,0		14903	1945	6974
Butanos e mais pesados, máx.	% mol.	1,5	3,0		14903	1945	6974
Oxigênio, máx. (7)	% mol.	0,8	0,5		14903	1945	6974
Inertes (N ₂ +CO ₂), máx.	% mol.	18,0	8,0	6,0	14903	1945	6974
CO ₂ , máx.	% mol.	3,0			14903	1945	6974
Enxofre Total, máx. (8)	mg/m ³	70			-	5504	6326-3
							6326-5
							19739
Gás Sulfídrico (H ₂ S), máx.	mg/m ³	10	13	10	-	5504	6326-3
							6228
Ponto de orvalho de água a 1atm, máx. (9)	°C	- 39	- 39	- 45	-	5454	6327
							10101-2
							10101-3
							11541
Ponto de orvalho de hidrocarbonetos a 4,5 MPa, máx. (10)	°C	15	15	0	-	-	6570
Mercúrio, máx. (11)	µg/m ³	anotar			-	-	6978-1
							6978-2

Fonte: Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP)165.

Aplicam-se tais parâmetros ao biometano de maneira explícita na definição de gás natural veicular pela Resolução ANP nº 16/08¹⁶⁶, acrescida pela Resolução nº 08/2015¹⁶⁷, que posteriormente foi substituída pela Resolução nº 906/2022, referente aos resíduos orgânicos agrossilvopastoris e comerciais:

Art. 3º Para os fins desta Resolução, ficam estabelecidas as seguintes definições:

[...]

VIII - Gás Natural Veicular (GNV): **denominação do combustível gasoso, tipicamente proveniente do Gás Natural ou Biometano, ou da mistura de ambos**, destinado ao uso veicular e cujo componente principal é o metano, observadas as especificações estabelecidas pela ANP. (Redação acrescida pela Resolução ANP nº 8/2015).

¹⁶⁵ AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCMBUSTÍVEIS (ANP). **Resolução ANP nº 16, de 17.6.2008, dou 18 de junho de 2008**. Brasília, DF: ANP, 2008. Disponível em: <https://atosoficiais.com.br/anp/resolucao-n-16-2008?origin=instituicao&q=16/2008>. Acesso em: 09 out. 2023.

¹⁶⁶ *Ibid.*

¹⁶⁷ AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCMBUSTÍVEIS (ANP). **Resolução ANP nº 8, de 30.1.2015, DOU 2 de fevereiro de 2015**. Brasília, DF: ANP, 2008. Disponível em: <https://atosoficiais.com.br/anp/resolucao-n-8-2015>. Acesso em: 09 out. 2023.

Art. 4º A presente Resolução aplica-se ao gás natural a ser utilizado como combustível para fins industriais, residenciais, comerciais, automotivos (GNV) e de geração de energia. (Redação dada pela Resolução ANP nº 8/2015)¹⁶⁸.

Sendo assim, a ANP conclui que o biometano:

Art. 14. [...] permanece no estado gasoso sob condições de temperatura e pressão ambientes. **É produzido a partir do biogás oriundo da digestão anaeróbica de resíduos orgânicos de origem vegetal, animal ou de processamento da agroindústria**, que contém principalmente metano e dióxido de carbono, podendo ainda apresentar componentes inertes do ponto de vista da aplicação, tais como nitrogênio, oxigênio e dióxido de carbono, bem como traços de outros constituintes. **É intercambiável com o gás natural** entregue à distribuição nas regiões Nordeste, Centro Oeste, Sudeste e Sul. Requer os mesmos cuidados, na compressão, distribuição e revenda, dispensados ao gás natural¹⁶⁹.

3.2 Programa RenovaBio

O RenovaBio enquanto iniciativa do MME busca expandir a produção de biocombustíveis, “[...] fundamentada na previsibilidade e sustentabilidade ambiental, econômica e social.”¹⁷⁰ Tal programa incentiva o aprimoramento constante das regulações dos biocombustíveis, contribuindo para a transposição das dificuldades técnicas e regularidade do setor.

A Lei nº 13.576, de 26 de dezembro de 2017¹⁷¹, instituiu a Política Nacional de Bicomcombustíveis (“RenovaBio”) considerando tanto a eficiência energética como a mitigação das emissões de gases de efeito estufa, além da segurança energética.

¹⁶⁸ AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCMBUSTÍVEIS (ANP). **Resolução ANP nº 16, de 17.6.2008, dou 18 de junho de 2008**. Brasília, DF: ANP, 2008. Disponível em: <https://atosoficiais.com.br/anp/resolucao-n-16-2008?origin=instituicao&q=16/2008>. Acesso em: 09 out. 2023.

¹⁶⁹ AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCMBUSTÍVEIS (ANP). **Resolução ANP nº 906, de 18 de novembro de 2022**. Dispõe sobre as especificações do biometano oriundo de produtos e resíduos orgânicos agrossilvopastoris e comerciais destinado ao uso veicular e às instalações residenciais e comerciais a ser comercializado em todo o território nacional. Brasília, DF: ANP, 2022, grifo nosso. Disponível em: <https://atosoficiais.com.br/anp/resolucao-n-906-2022-dispoe-sobre-as-especificacoes-do-biometano-oriundo-de-produtos-e-residuos-organicos-agrossilvopastoris-e-comerciais-destinado-ao-uso-veicular-e-as-instalacoes-residenciais-e-comerciais-a-ser-comercializado-em-todo-o-territorio-nacional?origin=instituicao>. Acesso em: 09 out. 2023.

¹⁷⁰ RENOVABIO. In: EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). Brasília, DF, [2023]. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/renovabio#:~:text=O%20RenovaBio%20%C3%A9%20uma%20iniciativa,sustentabilidade%20ambiental%2C%20econ%C3%B4mica%20e%20social>. Acesso em: 09 out. 2023.

¹⁷¹ BRASIL. **Lei nº 13.576, de 26 de dezembro de 2017**. Dispõe sobre a Política Nacional de Biocombustíveis (RenovaBio) e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 2017. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/lei/113576.htm. Acesso em: 08 out. 2023.

Suas diretrizes baseiam-se em quatro premissas: “[...] o papel dos biocombustíveis na matriz energética, o equilíbrio econômico e financeiro do mercado, a definição de regras de comercialização e os novos biocombustíveis”¹⁷².

Já a ação direta do Renovabio se dá por 3 eixos estratégicos: “[...] a definição das metas de redução de emissões de gases causadores do efeito estufa (GEE), a certificação da produção de biocombustíveis e o Crédito de Descarbonização (CBIO)”¹⁷³.

3.2.1 Eixo 1: Definição das metas de redução de emissões de GEE¹⁷⁴

A cada ano, CNPE publica as metas nacionais de descarbonização para um período de dez anos, a partir do que rege o Decreto nº 9.888, de 27 de junho de 2019, que instituiu o Comitê RenovaBio, responsável pela governança do programa¹⁷⁵.

Para manter suas funções e atualizar as metas, o Comitê deve considerar a mitigação das emissões de carbono pela matriz brasileira de combustíveis em um período mínimo de dez anos, observada também a proteção do consumidor relativa a “[...] preço, qualidade e oferta de combustíveis”¹⁷⁶.

É contabilizada, além disso, a oferta de biocombustíveis pelos produtores e importadores que detém o CBIO, a evolução da demanda brasileira pelos biocombustíveis e os acordos internacionais para redução das emissões de efeito estufa, como o Acordo de Paris¹⁷⁷.

¹⁷² RENOVABIO. *In*: EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). Brasília, DF, [2023]. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/renovabio#:~:text=O%20RenovaBio%20%C3%A9%20uma%20iniciativa,sustentabilidade%20ambiental%20e%20econ%C3%B4mica%20e%20social>. Acesso em: 09 out. 2023.

¹⁷³ O RENOVABIO. *In*: MINISTÉRIO de Minas e Energia. Brasília, DF, [2023]. Disponível em: <https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/secretarias/petroleo-gas-natural-e-biocombustiveis/renovabio-1>. Acesso em: 09 out. 2023.

¹⁷⁴ *Ibid.*

¹⁷⁵ BRASIL. **Decreto nº 9.888, de 27 de junho de 2019**. Dispõe sobre a definição das metas compulsórias anuais de redução de emissões de gases causadores do efeito estufa para a comercialização de combustíveis de que trata a Lei nº 13.576, de 26 de dezembro de 2017, e institui o Comitê da Política Nacional de Biocombustíveis - Comitê RenovaBio. Brasília, DF: Presidência da República, 2019. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2019/decreto/d9888.htm. Acesso em: 09 out. 2023..

¹⁷⁶ O RENOVABIO. *In*: MINISTÉRIO de Minas e Energia. Brasília, DF, [2023]. Disponível em: <https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/secretarias/petroleo-gas-natural-e-biocombustiveis/renovabio-1>. Acesso em: 09 out. 2023.

¹⁷⁷ *Ibid.*

A tabela a seguir representa o histórico das crescentes metas, que são contabilizadas em CBIOS, instituídas pelo CNPE, após as consultas públicas elaboradas pelo Comitê RenovaBio¹⁷⁸:

Figura 7 - Metas do Programa RenovaBio em CBIOS

ANO	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
Meta Anual (Milhões de CBIOS)	16,8	14,53	24,86	35,98	37,47	50,81	58,91	66,49	72,93	79,29	85,51	90,67	95,67	99,22
Intervalos de Tolerância (Limites Superior e Inferior)	-	-	-	-	-	59,31	67,41	74,99	81,43	87,79	94,01	99,17	104,17	107,72
	-	-	-	-	-	42,31	50,41	57,99	64,43	70,79	77,01	82,17	87,17	9,79

Fonte: O RenovaBio¹⁷⁹.

Destaca-se que as metas anuais do RenovaBio são encaminhadas pela ANP aos distribuidores de combustíveis, “[...] a parte obrigada da política, com base em sua participação no mercado de combustíveis fósseis”¹⁸⁰.

3.2.2 Eixo 2: A certificação da produção de biocombustíveis¹⁸¹

A colaboração dos produtores de biocombustíveis no RenovaBio é voluntária, onde eles próprios certificam sua produção com base em uma Análise de Ciclo de Vida (“ACV”) das emissões de carbono, à luz da Resolução ANP nº 758/2018¹⁸², e recebem notas baseadas na eficiência energética e proteção ambiental.

Tais notas dadas são multiplicadas pelo volume de biocombustível compatível comercializado, o que acarreta a quantidade de CBIOS que cada produtor poderá emitir e negociar no mercado de créditos, respeitados os ditames da Portaria MME nº 419/2019¹⁸³.

¹⁷⁸ O RENOVABIO. In: MINISTÉRIO de Minas e Energia. Brasília, DF, [2023]. Disponível em: <https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/secretarias/petroleo-gas-natural-e-biocombustiveis/renovabio-1>. Acesso em: 09 out. 2023.

¹⁷⁹ *Ibid.*

¹⁸⁰ *Ibid.*

¹⁸¹ *Ibid.*

¹⁸² AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS (ANP). Resolução nº 758, de 23 de novembro de 2018. Regulamenta a certificação da produção ou importação eficiente de biocombustíveis de que trata o art. 18 da Lei nº 13.576, de 26 de dezembro de 2017, e o credenciamento de firmas inspetoras. **Diário Oficial da União**, seção 1, Brasília, DF, n. 227, p. 54, 27 nov. 2018. Disponível em: <https://www.gov.br/anp/pt-br/assuntos/consultas-e-audiencias-publicas/consulta-audiencia-publica/2018/arquivos-consultas-e-audiencias-publicas-2018/cap-10-2018/resolucaoanp-758-2018.pdf>. Acesso em: 09 out. 2023.

¹⁸³ BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Portaria nº 419, de 20 de novembro de 2019**. Brasília, DF: Ministério de Minas e Energia, 2019. Disponível em: <https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/a-informacao/legislacao/portarias/2019/portaria-n-419-2019.pdf/view>. Acesso em: 09 out. 2023.

3.2.3 Eixo 3: O Crédito de Descarbonização (CBIO)¹⁸⁴

Como já exposto, as metas do RenovaBio são definidas em unidades de CBIOs, cada crédito equivale a uma tonelada de carbono não emitida em razão do uso de biocombustíveis, seguindo o que rege a Portaria MME nº 419, de 26 de novembro de 2019. O CBIO não possui uma data de validade, mas pode ser aposentado, ou seja, retirado do mercado pelo investidor distribuidor de combustíveis¹⁸⁵.

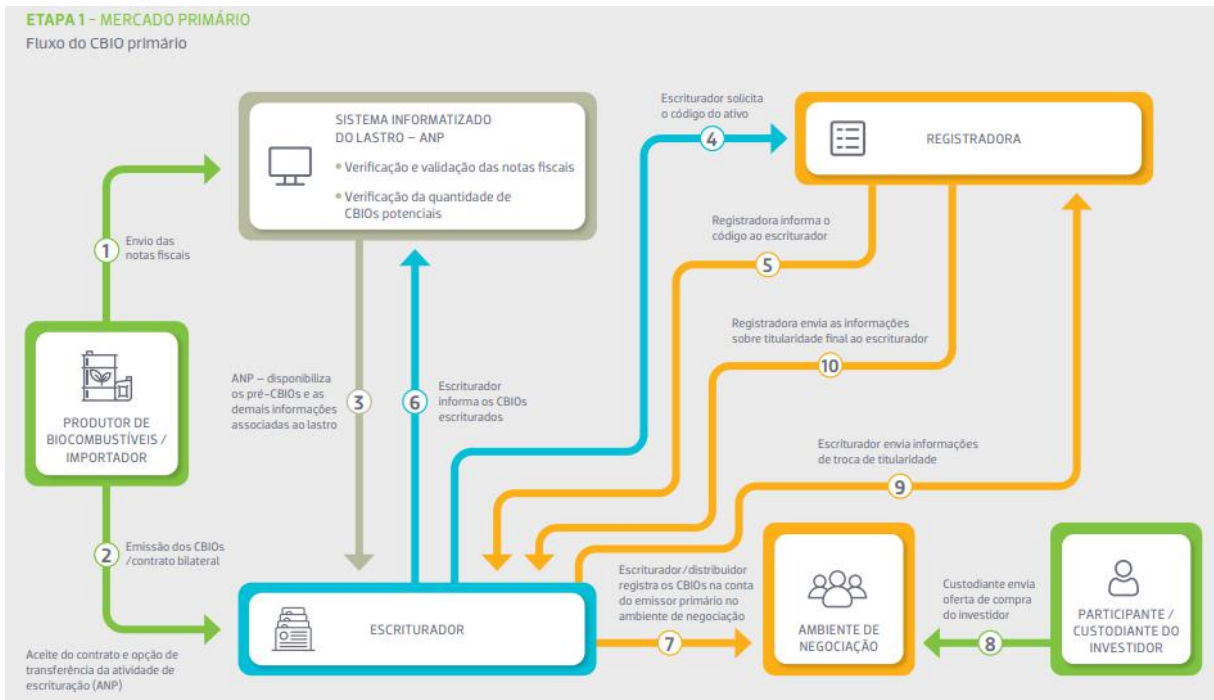
O procedimento de emissão e comercialização de CBIOs se dá da seguinte maneira: o produtor ou importador de biocombustíveis emite CBIOs por contrato bilateral mediante aceite da ANP ou envia as notas fiscais do combustível verde à ANP que emitirá um “pré-CBIO”. Ambos os créditos serão encaminhados a um escriturador que solicita o código do ativo a uma registradora. Com o código informado, o escriturador repassa os CBIOs escriturados à ANP e os registra na conta do produtor no ambiente de negociação, onde o investidor também registra a sua intenção de compra dos créditos. Negociados os CBIOs, o escriturador envia o pedido de troca de titularidade do crédito à registradora¹⁸⁶.

¹⁸⁴ O RENOVBIO. In: MINISTÉRIO de Minas e Energia. Brasília, DF, [2023]. Disponível em: <https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/secretarias/petroleo-gas-natural-e-biocombustiveis/renovabio-1>. Acesso em: 09 out. 2023.

¹⁸⁵ ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS ENTIDADES DOS MERCADOS FINANCEIRO E DE CAPITAIS (AMBIMA). **Guia de operacionalização do CBIO**. Rio de Janeiro; São Paulo: AMBIMA, [2023], p. 9. Disponível em: <https://www.anbima.com.br/data/files/2B/23/E9/0F/FEF447101699D3471B2BA2A8/Guia%20de%20Operacionalizacao%20do%20CBIO.pdf>. Acesso em: 09 out. 2023.

¹⁸⁶ *Ibid.*, p. 13.

Figura 8 - Mercado Primário de CBIOS



Fonte Associação Brasileira das Entidades dos Mercados Financeiro e de Capitais (AMBIMA)¹⁸⁷.

3.3 Balanço do RenovaBio¹⁸⁸

Em 2021, o CNPE editou a Resolução CNPE nº 17/2021¹⁸⁹, que definiu as metas anuais entre 2022 e 2031 para a redução de emissões de gases causadores do efeito estufa em 35,98 milhões de CBIOS adquiridos pelas distribuidoras. Ao todo foram emitidos 31,23 milhões e disponibilizados 41,67 milhões de CBIOS com valor médio R\$ 111,63 a unidade. O volume financeiro total movimentado foi de R\$ 3,4 bilhões¹⁹⁰.

¹⁸⁷ ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS ENTIDADES DOS MERCADOS FINANCEIRO E DE CAPITAIS (AMBIMA). **Guia de operacionalização do CBIO**. Rio de Janeiro; São Paulo: AMBIMA, [2023], p. 13. Disponível em: <https://www.anbima.com.br/data/files/2B/23/E9/0F/FEF447101699D3471B2BA2A8/Guia%20de%20Operacionalizacao%20do%20CBIO.pdf>. Acesso em: 09 out. 2023.

¹⁸⁸ BALANÇO RenovaBio. In: MINISTÉRIO de Minas e Energia. Brasília, DF, [2023]. Disponível em: <https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/secretarias/petroleo-gas-natural-e-biocombustiveis/renovabio-1/balanco-renovabio>. Acesso em: 10 out. 2023.

¹⁸⁹ CONSELHO NACIONAL DE POLÍTICA ENERGÉTICA (CNPE). Resolução nº 17, de 5 de outubro de 2021. Define as metas compulsórias anuais de redução de emissões de gases causadores do efeito estufa para a comercialização de combustíveis. **Diário Oficial da União**, seção 1, Brasília, DF, n. 201, p. 1, 11 nov. 2021. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/despacho-do-presidente-da-republica-357327735>. Acesso em: 10 out. 2023.

¹⁹⁰ BALANÇO [...], *op. cit.*

Em 2022, a Resolução CNPE nº 13/2022 definiu as metas anuais de redução de emissões de gases causadores do efeito estufa para a comercialização de combustíveis entre 2023 e 2032 em 37,47 milhões de CBIOS a serem comprados pelos agentes distribuidores¹⁹¹.

Mais recentemente, entre 14 de setembro de 2023 e 14 de outubro de 2023 foi aberto o período de consulta pública pelo MME para receber contribuições dos agentes de mercado e de toda a sociedade para a proposta das metas de descarbonização entre 2024 e 2033. A Consulta Pública MME nº 155/2023¹⁹².

Por todo o visto, o biogás e o biometano são considerados destaques no Programa RenovaBio, uma vez que atuam como fundamentais redutores dos gases de efeito estufa, “[...] sendo, portanto, um importante contribuinte para o alcance das metas brasileiras firmadas na COP 21 de Paris e recentemente ratificados na COP 22 em Marraquesch”¹⁹³.

3.4 Programa metano zero

O programa Metano Zero promovido pelo Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima (“MMA”) representa mais uma oportunidade estratégica para redução das emissões de gases de efeito estufa e atendimento do Acordo de Paris. Busca incentivar os produtores rurais e gestores de aterros sanitários a serem fornecedores de biogás e biometano, além de produzirem biofertilizantes, fundamentais para um desenvolvimento mais sustentável da agricultura¹⁹⁴.

¹⁹¹ BALANÇO RenovaBio. In: MINISTÉRIO de Minas e Energia. Brasília, DF, [2023]. Disponível em: <https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/secretarias/petroleo-gas-natural-e-biocombustiveis/renovabio-1/balanco-renovabio>. Acesso em: 10 out. 2023.

¹⁹² PROPOSTA de definição das metas compulsórias anuais do RenovaBio (Ciclo 2024 - 2033). In: MINISTÉRIO de Minas e Energia. Brasília, DF, [2023]. Disponível em: https://antigo.mme.gov.br/pt/web/guest/servicos/consultas-publicas?p_p_id=consultapublicammeportlet_WAR_consultapublicammeportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_stat e=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-1&p_p_col_pos=1&p_p_col_count=2&_consultapublicammeportlet_WAR_consultapublicammeportlet_vie w=detalharConsulta&resourcePrimKey=5238263&detalharConsulta=true&entryId=5238265. Acesso em: 10 out. 2023.

¹⁹³ RENOVABIO. Propostas das instituições presentes na reunião de construção do renovabio biocombustíveis biogás e biometano. [S. l., s. n., 2021]. *E-book*. Disponível em: https://antigo.mme.gov.br/c/document_library/get_file?uuid=87ed2d4e-5a4a-db52-5d0b-737d2662ac9c&groupId=36224. Acesso em: 08 out. 2023.

¹⁹⁴ MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Programa nacional metano zero**. Brasília, DF, 2022. *E-book*, p. 5. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/climaazoniodesertificacao/ProgramaMetanoZero.pdf>. Acesso em: 10 out. 2023.

O destaque do programa, portanto, é dado aos resíduos sólidos urbanos e agrícolas, advindos de “[...] aterros sanitários, produção de cana-de-açúcar, suinocultura, criação de aves, indústria de laticínios, entre outros”¹⁹⁵.

Busca-se promover a mitigação do metano livremente dispensado na atmosfera para um desenvolvimento sustentável baseado em “financiamento, incentivos, desoneração, capacitação, desenvolvimento, transferência e a difusão de tecnologias e de processos.”¹⁹⁶

As ações do programa se dão a partir de linhas de crédito e financiamento para a implantação de biodigestores, sistemas de purificação de biogás, produção e compressão de biometano, implantação de pontos para abastecimento de veículos movidos a biometano, tecnologias de conversão de motores a combustível fóssil para funcionamento com biometano, desde que atendidos os parâmetros dos órgãos competentes, e benefícios tributários às infraestruturas essenciais das plantas de biogás e biometano¹⁹⁷.

Em viés internacional, o Programa Metano Zero busca explicitamente integrar a NDC brasileira no Acordo de Paris, contribuir para as estratégias brasileiras de neutralidade de emissões de GEE e colaborar no Fundo Nacional sobre Mudança do Clima (“FNMC”). Em plano local, pretende agir diretamente em conjunto com a Política Nacional de Resíduos Sólidos e com o Programa Nacional Lixão Zero e promover o RenovaBio e a emissão de créditos de metano¹⁹⁸.

Assim, incentivando os pequenos produtores de biogás/biometano, o programa Metano Zero impulsiona um aproveitamento inteligente dos resíduos altamente disponíveis em todo o território brasileiro.

¹⁹⁵ MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Programa nacional metano zero**. Brasília, DF, 2022. *E-book*, p. 5. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/clima/ozoniodesertificacao/ProgramaMetanoZero.pdf>. Acesso em: 10 out. 2023.

¹⁹⁶ *Ibid.*, p. 6.

¹⁹⁷ *Ibid.*, p. 6.

¹⁹⁸ *Ibid.*, p.7-8.

3.5 Projeto de lei nº 2193/2020

O Projeto de Lei (“PL”) nº 2193/2020¹⁹⁹ atualmente em tramitação no Congresso Nacional busca criar a “Política Federal do Biogás e do Biometano”, com vistas a sofisticar a infraestrutura e os investimentos destinados à produzir, distribuir e comercializar o biogás, biometano e biofertilizante.

Tal Projeto de Lei prevê um desconto de 50% no Imposto sobre Produtos Industrializados (“IPI”) incidente nos equipamentos necessários à cadeia completa de biogás e biometano. Também prevê o mesmo desconto ao IPI aplicado a ônibus movidos a gás natural e biometano²⁰⁰. Para cobrir tais benefícios, o PL propõe o uso da Contribuição de Intervenção no Domínio Econômico (“Cide”), instituída pela Lei 10.336/2001, criada para “assegurar um montante mínimo de recursos para investimento em infraestrutura de transporte, em projetos ambientais relacionados à indústria de petróleo e gás [...]”²⁰¹.

Além disso, o PL prevê a promoção de linhas de crédito financiadas pelo Banco Nacional do Desenvolvimento (“BNDES”) destinadas ao desenvolvimento do mercado de biogás e biometano. Não obstante, dispõe sobre o financiamento destinado à pesquisa do biogás, biometano e biofertilizantes²⁰².

O Projeto de lei encontra-se em fase de plenário desde 12 de julho de 2022 e a ele foram apensados o PL 3791/2021, que “estabelece medidas de incentivo ao aproveitamento energético do biogás originado das atividades de esgotamento sanitário e manejo dos resíduos sólidos urbanos”²⁰³, o PL 3733/2021, que “dispõe sobre medidas de fomento ao aproveitamento do

¹⁹⁹ BRASIL. Congresso Nacional. Câmara dos Deputados. **Projeto de Lei nº 2193/20**. Institui a Política Federal do Biogás e do Biometano. Autoria: Deputado Mário Heringer. Brasília, DF: Câmara dos Deputados, [2020]. Disponível em: <https://www.camara.leg.br/propostas-legislativas/2250615>. Acesso em: 10 out. 2023.

²⁰⁰ JÚNIOR, J. Projeto cria política para incentivar produção e uso de biogás. *In*: CÂMARA notícias. Brasília, DF, 06 jul. 2020. Disponível em: <https://www.camara.leg.br/noticias/657496-projeto-cria-politica-para-incentivar-producao-e-uso-de-biogas/#:~:text=A%20Pol%C3%ADtica%20Federal%20do%20Biog%C3%A1s%20e%20do%20Biometano%20ter%C3%A1%20entre,transporte%20p%C3%ABAblico%20municipal%20e%20de>. Acesso em: 10 out. 2023.

²⁰¹ CIDE. *In*: SENADO notícias. Brasília, DF, [2023]. Disponível em: <https://www12.senado.leg.br/noticias/entenda-o-assunto/cide>. Acesso em: 10 out. 2023.

²⁰² JÚNIOR, *op. cit.*

²⁰³ BRASIL. Congresso Nacional. Câmara dos Deputados. **Projeto de Lei nº 3791/2021**. Estabelece medidas de incentivo ao aproveitamento energético do biogás originado das atividades de esgotamento sanitário e manejo dos resíduos sólidos urbanos. Autoria: Deputado Coronel Chrisóstomo. Brasília, DF: Câmara dos Deputados, [2020]. Disponível em: <https://www.camara.leg.br/propostas-legislativas/2304875>. Acesso em: 10 out. 2023.

biogás e do biometano no Brasil”²⁰⁴ e o PL 3865/2021, que “Institui o Programa de Incentivo à Produção e ao Aproveitamento de Biogás, de Biometano e de Coprodutos Associados - PIBB e dá outras providências”²⁰⁵.

²⁰⁴ BRASIL. Congresso Nacional. Câmara dos Deputados. **Projeto de Lei nº 3733/2021**. Dispõe sobre medidas de fomento ao aproveitamento do biogás e do biometano no Brasil. Autoria: Deputado Luizão Goulart. Brasília, DF: Câmara dos Deputados, [2021]. Disponível em: <https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=2304189>. Acesso em: 10 out. 2023.

²⁰⁵ BRASIL. Congresso Nacional. Câmara dos Deputados. **Projeto de Lei nº 2193/2020**. Institui o Programa de Incentivo à Produção e ao Aproveitamento de Biogás, de Biometano e de Coprodutos Associados - PIBB e dá outras providências. Autoria: Deputado Arnaldo Jardim. Brasília, DF: Câmara dos Deputados, [2020]. Disponível em: <https://www.camara.leg.br/propostas-legislativas/2305317>. Acesso em: 10 out. 2023.

CONCLUSÃO

O presente trabalho monográfico tem como principal motivação promover a transição energética enquanto conceito global, porém adaptável à realidade de cada nação e suas necessidades particulares, tendo o biogás e seu subproduto, o biometano, destaque para a redução dos gases de efeito estufa, a meta geral do Acordo de Paris.

Nesse sentido, enquanto pesquisa bibliográfica, esta dissertação buscou apresentar a indústria do biogás, o desenvolvimento do mercado dos gases verdes no país e o arcabouço regulatório que o viabiliza. Além disso, defende a posição do biogás e do biometano como importantes agentes para atingir a meta dos 18% da matriz energética brasileira em bioenergia até 2030.

Feitas essas considerações, a partir desta análise, é possível compreender que o biogás é formado pela mistura contendo em maior fração o metano, menores quantidades de gás carbônico e uma baixa porcentagem de outros gases produzidos a partir da fermentação da matéria orgânica, a partir desse biogás, com a remoção do teor de dióxido de carbono da composição e outros componentes contaminantes, é produzido o biometano. Este que possui propriedades físico-químicas compatíveis com os atuais usos do gás natural fóssil, podendo ser injetado nas malhas de transporte e distribuição de gás natural, aproveitando a eficiente infraestrutura pré-existente.

Tal arranjo é reconhecido e encontra sua previsão nas então analisadas Nova Lei do Gás, e no Decreto que a regulamenta, e Resoluções ANP nº 886/2022 e nº 906/2022, que são normas válidas e que produzem efeitos legais²⁰⁶. A partir dessa regulação, as transportadoras de gás natural já reconhecem o biometano como uma oportunidade de negócio relevante, e pretendem investir em instalações para injeção desse gás na rede de transporte dentre os próximos anos²⁰⁷.

²⁰⁶ SISTEMA de legislação. *In*: AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS (ANP). Brasília, DF: c2023. Disponível em: <https://atosoficiais.com.br/anp/resolucao-n-886-2022-estabelece-a-especificacao-e-as-regras-para-aprovacao-do-controle-da-qualidade-do-biometano-oriundo-de-aterros-sanitarios-e-de-estacoes-de-tratamento-de-esgoto-destinado-ao-uso-veicular-e-as-instalacoes-residenciais-industriais-e-comerciais-a-ser-comercializado-no-territorio-nacional>. Acesso em: 21 out. 2023.

²⁰⁷ RIO pipeline 2023. *In*: TBG. Rio de Janeiro, [2023]. Disponível em: <https://www.tbg.com.br/riopipeline2023>. Acesso em: 21 out. 2023; URCA e NTS prometem 1º projeto de injeção de biometano na malha de gasodutos de transporte. *In*: AGÊNCIA EPBR. [S. l.], 30 maio 2023. Disponível em: <https://epbr.com.br/urca-energia-e-nts-prometem-1o-projeto-de-injecao-de-biometano-na-malha-de-transporte/>. Acesso em: 21 out. 2023.

Sendo assim, é possível vislumbrar uma posterior discussão acerca de processos de oferta e contratação de capacidade de transporte de biometano inspirados nos atuais contratos típicos da indústria do gás natural.

Não obstante, ficou claro durante a pesquisa que o mercado de biogás e biometano encontra guarida nos programas governamentais RenovaBio e Metano Zero, que efetivam o compromisso do Brasil com a redução de gases de efeito estufa para atendimento da meta do Acordo de Paris em “[...] manter o aumento da temperatura média mundial bem abaixo” dos 2 °C em relação aos níveis pré-industriais e em envidar esforços para limitar o aumento a 1,5 °C”²⁰⁸.

Acordo esse que, promove de maneira inovadora e autônoma entre os países a transição energética. É possível perceber através de todo o apresentado que o Acordo de Paris é uma peça-chave para atingir a estabilização da concentração de gases de efeito estufa na atmosfera em parâmetros que possibilitem a continuidade do progresso humano e a adaptação dos ecossistemas²⁰⁹.

Além disso, enquanto fonte de direito internacional, o Acordo propicia segurança jurídica e converte os interesses dos Estados Parte a um bem comum que deve ser promovido com base na disponibilidade energética de cada nação. Apesar de inculir o critério de atualização das metas individuais a cada cinco anos, o Acordo não possui caráter sancionatório, e como visto, traduz a típica *soft law* característica no Direito Internacional.

Concomitantemente, foi possível visualizar o reconhecimento e interesse de organizações internacionais como a IEA em relação ao biogás e biometano, percebendo que estes gases de baixo carbono ganharão destaque no futuro, oferecendo os mesmos benefícios do sistema do gás natural, como o armazenamento, flexibilidade e alto poder calorífico, sem conter as mesmas emissões líquidas de carbono²¹⁰. E que os gases verdes possuem o potencial de desempenhar

²⁰⁸ MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA, INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES (MCTIC). **Acordo de Paris**. Brasília, DF: MCTIC, [2016], p. 3. Disponível em: https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/sirene/publicacoes/acordo-de-paris-e-ndc/arquivos/pdf/acordo_paris.pdf. Acesso em: 8 out. 2023.

²⁰⁹ LAROVERE, E. L. O Brasil e a COP-21. *Cadernos Adenauer: mudanças climáticas: o desafio do século*, Rio de Janeiro, v. 2, p. 11-24, ago. 2016. Disponível em: https://www.kas.de/c/document_library/get_file?uuid=19d1d0f9-d198-22d9-3c2d-45102f3b98cc&groupId=265553. Acesso em: 08 out. 2023.

²¹⁰ *Ibid.*

um papel fundamental para com a gestão de resíduos, propiciando um salto na eficiência geral dos recursos atualmente dispensados.

Diante do exposto, pode-se concluir que, com o fortalecimento das bases regulatória e legal do biogás e biometano e, simultaneamente, uma maior robustez no mercado e em investimento nesses gases, eles vigorarão como produtos energéticos altamente competitivos para a transição da matriz energética brasileira.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). **Processo 45000.002596/2008-33**. Brasília, DF: 05 maio 2009.

https://www2.aneel.gov.br/cedoc/area20091900_1.pdf, p. 1. Acesso em: 26 out. 2023.

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS (ANP). **Resolução ANP nº 886, de 29 de setembro de 2022**. Estabelece a especificação e as regras para aprovação do controle da qualidade do biometano oriundo de aterros sanitários e de estações de tratamento de esgoto destinado ao uso veicular e às instalações residenciais, industriais e comerciais, a ser comercializado no território nacional. Brasília, DF: ANP, 2022. Disponível em: <https://atosoficiais.com.br/anp/resolucao-n-886-2022-estabelece-a-especificacao-e-as-regras-para-aprovacao-do-controle-da-qualidade-do-biometano-oriundo-de-aterros-sanitarios-e-de-estacoes-de-tratamento-de-esgoto-destinado-ao-uso-veicular-e-as-instalacoes-residenciais-industriais-e-comerciais-a-ser-comercializado-no-territorio-nacional>. Acesso em: 09 out. 2023.

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS (ANP). **Resolução ANP nº 906, de 18 de novembro de 2022**. Dispõe sobre as especificações do biometano oriundo de produtos e resíduos orgânicos agrossilvopastoris e comerciais destinado ao uso veicular e às instalações residenciais e comerciais a ser comercializado em todo o território nacional. Brasília, DF: ANP, 2022. Disponível em: <https://atosoficiais.com.br/anp/resolucao-n-906-2022-dispoe-sobre-as-especificacoes-do-biometano-oriundo-de-produtos-e-residuos-organicos-agrossilvopastoris-e-comerciais-destinado-ao-uso-veicular-e-as-instalacoes-residenciais-e-comerciais-a-ser-comercializado-em-todo-o-territorio-nacional?origin=instituicao>. Acesso em: 09 out. 2023.

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS (ANP). **Resolução ANP nº 16, de 17.6.2008, dou 18 de junho de 2008**. Brasília, DF: ANP, 2008. Disponível em: <https://atosoficiais.com.br/anp/resolucao-n-16-2008?origin=instituicao&q=16/2008>. Acesso em: 09 out. 2023.

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS (ANP). **Resolução ANP nº 8, de 30.1.2015, DOU 2 de fevereiro de 2015**. Brasília, DF: ANP, 2008. Disponível em: <https://atosoficiais.com.br/anp/resolucao-n-8-2015>. Acesso em: 09 out. 2023.

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS (ANP). Resolução nº 758, de 23 de novembro de 2018. Regulamenta a certificação da produção ou importação eficiente de biocombustíveis de que trata o art. 18 da Lei nº 13.576, de 26 de dezembro de 2017, e o credenciamento de firmas inspetoras. **Diário Oficial da União**, seção 1, Brasília, DF, n. 227, p. 54, 27 nov. 2018. Disponível em: <https://www.gov.br/anp/pt-br/assuntos/consultas-e-audiencias-publicas/consulta-audiencia-publica/2018/arquivos-consultas-e-audiencias-publicas-2018/cap-10-2018/resolucaoanp-758-2018.pdf>. Acesso em: 09 out. 2023.

ALIOTTE, F. F. **Indicador de preço para valoração da biomassa a partir da geração de vapor no Estado de São Paulo**. 2020. Dissertação (Mestrado em Agronegócio) – Fundação Getúlio Vargas, São Paulo, 2020. Disponível em: https://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/bitstream/handle/10438/29032/Final_Disserta%C3%A7

%C3%A3o%20-
%20Indicador%20de%20pre%20C3%A7o%20para%20biomassa%20%28Ale%29.pdf?sequenc
e=1&isAllowed=y#:~:text=Em%201850%2C%20a%20biomassa%20representava,residencial
%20(GOLDEMBERG%2C%202009). Acesso em: 08 out. 2023.

ARAÚJO, A. P. C. **Produção de biogás a partir de resíduos orgânicos utilizando biodigestor anaeróbico**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Química) – Faculdade de Engenharia Química, Universidade Federal de Uberlândia, 2017. Disponível em:
<https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/20292/3/Produ%C3%A7%C3%A3oBiog%C3%A1sRes%C3%ADduos.pdf>. Acesso em: 08 out. 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS ENTIDADES DOS MERCADOS FINANCEIRO E DE CAPITAIS (AMBIMA). **Guia de operacionalização do CBIO**. Rio de Janeiro; São Paulo: AMBIMA, [2023]. Disponível em:
<https://www.anbima.com.br/data/files/2B/23/E9/0F/FEF447101699D3471B2BA2A8/Guia%20de%20Operacionalizacao%20do%20CBIO.pdf>. Acesso em: 09 out. 2023.

BALANÇO RenovaBio. *In*: MINISTÉRIO de Minas e Energia. Brasília, DF, [2023]. Disponível em: <https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/secretarias/petroleo-gas-natural-e-biocombustiveis/renovabio-1/balanco-renovabio>. Acesso em: 10 out. 2023.

BERNARDES, J. A.; SILVA, C. A. da; ARRUZZO, R. C. (Orgs). **Espaço e energia: mudanças no paradigma sucroenergético**. Rio de Janeiro: Lamparina, 2013. *E-book*. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Julia-Bernardes/publication/360797172_Espaco_e_energia_mudancas_no_paradigma_sucroenergetico/links/628c0cfa866b9d7f7f66bd85/Espaco-e-energia-mudancas-no-paradigma-sucroenergetico.pdf#page=33. Acesso em: 08 out. 2023.

BIOGÁS no Brasil, história e perspectiva de futuro. *In*: CIBIOGÁS. Itaipu, [2023]. Disponível em: [https://cibiogas.org/blog/biogas-no-brasil-historia-e-perspectiva-de-futuro/#:~:text=1979%20%E2%80%93%20biog%C3%A1s%3A%20os%20primeiros%20passos&text=O%20biog%C3%A1s%20no%20Brasil%20se%20iniciou%20com%20a%20crise%20do,anaer%C3%B3bia%20da%20mat%C3%A9ria%20org%C3%A2nica\)%3B](https://cibiogas.org/blog/biogas-no-brasil-historia-e-perspectiva-de-futuro/#:~:text=1979%20%E2%80%93%20biog%C3%A1s%3A%20os%20primeiros%20passos&text=O%20biog%C3%A1s%20no%20Brasil%20se%20iniciou%20com%20a%20crise%20do,anaer%C3%B3bia%20da%20mat%C3%A9ria%20org%C3%A2nica)%3B). Acesso em: 08 out. 2023.

BIOMETANO é a nova aposta do Brasil contra as mudanças climáticas. *In*: VALOR. São Paulo, 08 dez. 2021. Disponível em: <https://valor.globo.com/patrocinado/movimento-mobilidade-sustentavel/mobilidade-sustentavel/noticia/2021/12/08/biometano-e-a-nova-aposta-do-brasil-contras-mudancas-climaticas.ghtml>. Acesso em: 08 out. 2023.

BIOMETANO: o que é, como é feito + uso no Brasil. *In*: BLOG.ESFERA. [S. l.], 12 jun. 2023. Disponível em: <https://blog.esferaenergia.com.br/sustentabilidade/biometano>. Acesso em: 08 out. 2023.

BRASIL pode reduzir emissão de metano em 36% até 2030. *In*: INSTITUTO de energia e meio ambiente (IEMA). São Paulo, out. 2022. Disponível em:
<https://energiaeambiente.org.br/brasil-pode-reduzir-emissao-de-metano-em-36-ate-2030-20221019#:~:text=O%20Brasil%20%C3%A9%20o%20quinto,inclu%C3%ADdas%20no%20invent%C3%A1rio%20oficial%20brasileiro>). Acesso em: 08 out. 2023.

BRASIL registra aumento de 15% no número de plantas de biogás em 2022. *In*: ITAIPU binacional. Foz do Iguaçu, 06 set. 2023. Disponível em: <https://www.itaipu.gov.br/sala-de-imprensa/noticia/brasil-registra-aumento-de-15-no-numero-de-plantas-de-biogas-em-2022#:~:text=Essas%20unidades%20convertem%2022%25%20do,km%2Fano%20com%20v e%20C3%ADculos%20pesados>. Acesso em: 09 out. 2023.

BRASIL. Congresso Nacional. Câmara dos Deputados. **Projeto de Lei nº 2193/20**. Institui a Política Federal do Biogás e do Biometano. Autoria: Deputado Mário Heringer. Brasília, DF: Câmara dos Deputados, [2020]. Disponível em: <https://www.camara.leg.br/propostas-legislativas/2250615>. Acesso em: 10 out. 2023.

BRASIL. Congresso Nacional. Câmara dos Deputados. **Projeto de Lei nº 3733/2021**. Dispõe sobre medidas de fomento ao aproveitamento do biogás e do biometano no Brasil. Autoria: Deputado Luizão Goulart. Brasília, DF: Câmara dos Deputados, [2021]. Disponível em: <https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=2304189>. Acesso em: 10 out. 2023.

BRASIL. Congresso Nacional. Câmara dos Deputados. **Projeto de Lei nº 3791/2021**. Estabelece medidas de incentivo ao aproveitamento energético do biogás originado das atividades de esgotamento sanitário e manejo dos resíduos sólidos urbanos. Autoria: Deputado Coronel Chrisóstomo. Brasília, DF: Câmara dos Deputados, [2021]. Disponível em: <https://www.camara.leg.br/propostas-legislativas/2304875>. Acesso em: 10 out. 2023.

BRASIL. **Decreto nº 10.712, de 2 de junho de 2021**. Regulamenta a Lei nº 14.134, de 8 de abril de 2021, que dispõe sobre as atividades relativas ao transporte de gás natural, de que trata o art. 177 da Constituição, e sobre as atividades de escoamento, tratamento, processamento, estocagem subterrânea, acondicionamento, liquefação, regaseificação e comercialização de gás natural. Brasília, DF: Presidência da República, 2021. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2021/Decreto/D10712.htm. Acesso em: 09 out. 2023.

BRASIL. **Decreto nº 7.030, de 14 de dezembro de 2009**. Promulga a Convenção de Viena sobre o Direito dos Tratados, concluída em 23 de maio de 1969, com reserva aos Artigos 25 e 66. Brasília, DF: Presidência da República, 2009. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/decreto/d7030.htm. Acesso em: 8 out. 2023.

BRASIL. **Decreto Nº 7.390, de 9 de dezembro de 2010**. Regulamenta os arts. 6º, 11 e 12 da Lei no 12.187, de 29 de dezembro de 2009, que institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC, e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 2010. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/decreto/d7390.htm. Acesso em: 08 out. 2023.

BRASIL. **Decreto nº 87.079, de 2 de abril de 1982**. Aprova as Diretrizes para o Programa de Mobilização Energética. Brasília, DF: Presidência da República, 1982. <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1980-1987/decreto-87079-2-abril-1982-436644-publicacaooriginal-1-pe.html#:~:text=Aprova%20as%20Diretrizes%20para%20o%20Programa%20de%20Mobiliz a%C3%A7%C3%A3o%20Energ%C3%A9tica>. Acesso em: 08 out. 2023.

BRASIL. **Decreto Nº 9.073, de 5 de junho de 2017.** Promulga o Acordo de Paris sob a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, celebrado em Paris, em 12 de dezembro de 2015, e firmado em Nova Iorque, em 22 de abril de 2016. Brasília, DF: Presidência da República, 2017. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/decreto/d9073.htm. Acesso em: 08 out. 2023.

BRASIL. **Decreto Nº 9.578, de 22 de novembro de 2018.** Consolida atos normativos editados pelo Poder Executivo federal que dispõem sobre o Fundo Nacional sobre Mudança do Clima, de que trata a Lei nº 12.114, de 9 de dezembro de 2009, e a Política Nacional sobre Mudança do Clima, de que trata a Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009. Brasília, DF: Presidência da República, 2018. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/decreto/d9578.htm. Acesso em: 08 out. 2023.

BRASIL. **Decreto nº 9.888, de 27 de junho de 2019.** Dispõe sobre a definição das metas compulsórias anuais de redução de emissões de gases causadores do efeito estufa para a comercialização de combustíveis de que trata a Lei nº 13.576, de 26 de dezembro de 2017, e institui o Comitê da Política Nacional de Biocombustíveis - Comitê RenovaBio. Brasília, DF: Presidência da República, 2019. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2019/decreto/d9888.htm. Acesso em: 09 out. 2023.

BRASIL. **Lei Nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009.** Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 2009. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/112187.htm. Acesso em: 08 out. 2023.

BRASIL. **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010.** Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 2010. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm. Acesso em: 09 out. 2023.

BRASIL. **Lei nº 13.576, de 26 de dezembro de 2017.** Dispõe sobre a Política Nacional de Biocombustíveis (RenovaBio) e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 2017. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/lei/113576.htm. Acesso em: 08 out. 2023.

BRASIL. **Lei nº 14.134, de 8 de abril de 2021.** Dispõe sobre as atividades relativas ao transporte de gás natural, de que trata o art. 177 da Constituição Federal, e sobre as atividades de escoamento, tratamento, processamento, estocagem subterrânea, acondicionamento, liquefação, regaseificação e comercialização de gás natural; altera as Leis nºs 9.478, de 6 de agosto de 1997, e 9.847, de 26 de outubro de 1999; e revoga a Lei nº 11.909, de 4 de março de 2009, e dispositivo da Lei nº 10.438, de 26 de abril de 2002. Brasília, DF: Presidência da República, 2021. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2021/Lei/L14134.htm. Acesso em: 09 out. 2023.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Portaria nº 419, de 20 de novembro de 2019.** Brasília, DF: Ministério de Minas e Energia, 2019. Disponível em:

<https://www.gov.br/mme/pt-br/aceso-a-informacao/legislacao/portarias/2019/portaria-n-419-2019.pdf/view>. Acesso em: 09 out. 2023.

BRAZIL. *In*: INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA). Paris, [2023]. Disponível em: <https://www.iea.org/countries/brazil>. Acesso em: 08 out. 2023.

BUSTÃO, N. País terá de investir em novos biocombustíveis para cumprir Acordo de Paris. *In*: EMBRAPA. Brasília, DF, 17 ago. 2017. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/26021588/pais-tera-de-investir-em-novos-biocombustiveis-para-cumprir-acordo-de-paris>. Acesso em: 08 out. 2023.

CENTRO INTERNACIONAL DE ENERGIAS RENOVÁVEIS (CIBIOGÁS). Panorama do Biogás no Brasil 2021. Foz do Iguaçu: CIBiogás, 2022. *E-book*. Disponível em: <https://cibiogas.org/wp-content/uploads/2022/04/NT-PANORAMA-DO-BIOGAS-NO-BRASIL-2021.pdf>. Acesso em: 08 out. 2023.

CENTRO INTERNACIONAL DE ENERGIAS RENOVÁVEIS (CIBIOGÁS). Panorama do Biogás no Brasil 2022. Foz do Iguaçu: CIBiogás, 2023. *E-book*. Disponível em: https://d335luupugsy2.cloudfront.net/cms%2Ffiles%2F54738%2F1694006188CIBiogs_Panorama_do_Biogs_no_Brasil_2022.pdf. Acesso em: 09 out. 2023.

CIDE. *In*: SENADO notícias. Brasília, DF, [2023]. Disponível em: <https://www12.senado.leg.br/noticias/entenda-o-assunto/cide>. Acesso em: 10 out. 2023.

CIOLA, G.; DELGADO, F. As Perspectivas brasileiras na transição energética: um olhar a partir da indústria de óleo e gás. *In*: GIACOBBO, D. G. (Org.). **Segurança & Transição Energética**. Rio de Janeiro: Synergia, 2022.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA (CNI). **Energia na OCDE**. São Paulo: CNI, [2023]. *E-book*. Disponível em: https://static.portaldaindustria.com.br/media/filer_public/a0/7f/a07f786e-ac67-455e-a6ff-04e489a85ac1/cartilhaocde_energia.pdf. Acesso em: 08 out. 2023.

CONSELHO NACIONAL DE POLÍTICA ENERGÉTICA (CNPE). Resolução nº 17, de 5 de outubro de 2021. Define as metas compulsórias anuais de redução de emissões de gases causadores do efeito estufa para a comercialização de combustíveis. **Diário Oficial da União**, seção 1, Brasília, DF, n. 201, p. 1, 11 nov. 2021. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/despacho-do-presidente-da-republica-357327735>. Acesso em: 10 out. 2023.

DUARTE, V. H.; VALENTINI, M.; SANTOS, G. B. dos; NADALETTI, W. C.; VIEIRA, B. M. Biocombustíveis: uma revisão sobre o panorama histórico, produção e aplicações do biogás. **Revista ambiental**, Maceió, v. 14, n. 2, p. 22-34, 2022. Disponível em: <https://periodicosuneal.emnuvens.com.br/ambientale/article/view/371/302>. Acesso em: 08 out. 2023.

ESCRITÓRIO DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). **O compromisso do Brasil no combate às mudanças climáticas: produção e uso de energia**. Brasília, DF: EPE, 2016. *E-book*. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/sala-de-imprensa/noticias/Documents/NT%20COP21%20iNDC.pdf>. Acesso em: 08 out. 2023.

FAFÁ, L. Transição energética não é competição entre países, mas contra o tempo, diz Fatih Birol. *In: EPBR*. [S. l.], 09 jun. 2021. Disponível em: <https://epbr.com.br/transicao-energetica-nao-e-competicao-entre-paises-mas-contr-o-tempo-diz-fatih-birol/>. Acesso em: 08 out. 2023.

FALKNER, R. The Paris Agreement and the new logic of international climate politics. *International affairs*, [s. l.], v. 92, n. 5, p. 1107-1125, 31 ago. 2016. Disponível em: <https://academic.oup.com/ia/article-abstract/92/5/1107/2688148?redirectedFrom=fulltext>. Acesso em: 08 out. 2023.

FERRAZ, J. “Série Energia”: Mais de 80% da matriz energética vêm de recursos fósseis. *In: JORNAL da USP*. Ribeirão Preto, 08 jul. 2022. Disponível em: <https://jornal.usp.br/?p=538576>. Acesso em: 08 out. 2023.

GOLDEMBERG, J. Biomassa e energia. *Química nova*, São Paulo, v. 32, n. p. 5. 582-587, 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/L6Pd3ZKdPqc4pZ4TQn5RyQy/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 08 out. 2023.

GUERRA, S. **Curso de direito internacional público**. 12. ed. São Paulo: Saraiva, 2019.

HISTÓRIA do biogás. *In: BGS EQUIPAMENTOS para biogás*. Curitiba, [2023]. Disponível em: <https://www.bgsequipamentos.com.br/historia-do-biogas/>. Acesso em: 08 out. 2023.

HOW BIOGAS can support intermittent renewable electricity. *In: INTERNATIONAL energy agency (IEA)*. Paris, 2021. Disponível em: <https://www.iea.org/articles/how-biogas-can-support-intermittent-renewable-electricity>. Acesso em: 08 out. 2023.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA). **Outlook for biogas and biomethane: prospects for organic growth**. Paris: IEA, 2020. *E-book*. Disponível em: https://iea.blob.core.windows.net/assets/03aeb10c-c38c-4d10-bcec-de92e9ab815f/Outlook_for_biogas_and_biomethane.pdf. Acesso em: 08 out. 2023.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA). **World energy investment 2023**. Paris: IEA, 2023. *E-book*. Disponível em: <https://iea.blob.core.windows.net/assets/8834d3af-af60-4df0-9643-72e2684f7221/WorldEnergyInvestment2023.pdf>. Acesso em: 08 out. 2023.

JÚNIOR, J. Projeto cria política para incentivar produção e uso de biogás. *In: CÂMARA notícias*. Brasília, DF, 06 jul. 2020. Disponível em: <https://www.camara.leg.br/noticias/657496-projeto-cria-politica-para-incentivar-producao-e-uso-de-biogas/#:~:text=A%20Pol%C3%ADtica%20Federal%20do%20Biog%C3%A1s%20e%20do%20Biometano%20ter%C3%A1%20entre,transporte%20p%C3%ABlico%20municipal%20e%20de>. Acesso em: 10 out. 2023.

LAROVERE, E. L. O Brasil e a COP-21. *Cadernos Adenauer: mudanças climáticas: o desafio do século*, Rio de Janeiro, v. 2, p. 11-24, ago. 2016. Disponível em: https://www.kas.de/c/document_library/get_file?uuid=19d1d0f9-d198-22d9-3c2d-45102f3b98cc&groupId=265553. Acesso em: 08 out. 2023.

LIMA, I. C. M. de A. **Perspectivas e propostas para a expansão do biogás no Brasil: uma análise de políticas públicas**. 2020. Dissertação (Mestrado em Planejamento Energético) – Programa de Pós-graduação em Planejamento Energético, Universidade Federal do Rio de

Janeiro, Rio de Janeiro, 2020. Disponível em: http://www.ppe.ufrj.br/images/IsabelaLima_Mestrado.pdf. Acesso em: 08 out. 2023.

LOSEKANN, L.; TAVARES, A. **Transição energética e potencial de cooperação nos BRICs em energias renováveis e gás natural**. Brasília, DF: IPEA, 2021. *E-book*. Disponível em: https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/10712/4/TD_2680.pdf. Acesso em: 08 out. 2023.

MCELROY, M. **Energy: perspectives, problems, and prospects**. Oxford: Oxford university press, 2009. Disponível em: https://books.google.com.br/books?id=mb-zKh-8ZhIC&printsec=frontcover&redir_esc=y#v=onepage&q=whale&f=false. Acesso em: 08 out. 2023.

MERLI, I. M. Transição energética: uma análise comparada sobre a regulação e políticas em eólica offshore, energia fotovoltaica e hidrogênio verde no panorama da União Europeia, China e Brasil. *In: WORKSHOP DE ESTRATÉGIAS DE PESQUISA EM DIREITO INTERNACIONAL PRIVADO*, 4. (trabalho não publicado).

MILANEZ, A. Y.; MAIA, G. B. da S.; GUIMARÃES, D. D. Biogás: evolução recente e potencial de uma nova fronteira de energia renovável para o Brasil. **BNDES setorial**, Rio de Janeiro, v. 27, n. 51, p. 177-216, mar. 2021. Disponível em: https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/20801/1/PR_Biogas_215276_P_BD.pdf. Acesso em: 08 out. 2023.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA, INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES (MCTIC). **Acordo de Paris**. Brasília, DF: MCTIC, [2016]. Disponível em: https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/sirene/publicacoes/acordo-de-paris-e-ndc/arquivos/pdf/acordo_paris.pdf. Acesso em: 8 out. 2023.

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA (MME); EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). **Plano Nacional de Energia 2050**. Brasília, DF: MME; EPE, 2020. *E-book*. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-227/topico-563/Relatorio%20Final%20do%20PNE%202050.pdf>. Acesso em: 08 out. 2023.

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA (MME); MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA (MME); EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). **Plano Nacional de Energia 2030**. Brasília, DF: MME; EPE, 2007. *E-book*. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-165/topico-173/PNE%202030%20-%20Proje%C3%A7%C3%B5es.pdf>. Acesso em: 08 out. 2023.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA (MNE); EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). **Plano decenal de expansão de energia 2030**. Brasília, DF: MME/EPE, 2020. *E-book*. Disponível em: https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-490/topico-564/Minuta_do_Plano_Decenal_de_Expansao_de_Energia_2030__PDE_2030.pdf. Acesso em: 09 out. 2023.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Programa nacional metano zero**. Brasília, DF, 2022. *E-book*. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/climaazoniodesertificacao/ProgramaMetanoZero.pdf>. Acesso em: 10 out. 2023.

NEVES, M. S. Direito internacional da água e conflitualidade internacional: implicações do reconhecimento da água como direito humano. **Jurismat**, Portimão, n. 3, p. 261-291, 2013. Disponível em: <https://revistas.ulusofona.pt/index.php/jurismat/article/view/7814/4616>. Acesso em: 08 out. 2023.

O RENOVABIO e a redução das emissões de gases de efeito estufa no setor de transporte. *In*: RENOVABIO.ORG. [S. l.], 16 abr. 2023. Disponível em: <https://www.renovabio.org/o-renovabio-e-a-reducao-das-emissoes-de-gases-de-efeito-estufa-no-setor-de-transporte/>. Acesso em: 08 out. 2023.

O RENOVABIO. *In*: AGÊNCIA nacional do petróleo, gás natural e biocombustíveis. Brasília, DF, [2023]. Disponível em: <https://www.gov.br/anp/pt-br/assuntos/renovabio/funcionamento>. Acesso em: 08 out. 2023.

O RENOVABIO. *In*: MINISTÉRIO de Minas e Energia. Brasília, DF, [2023]. Disponível em: <https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/secretarias/petroleo-gas-natural-e-biocombustiveis/renovabio-1>. Acesso em: 09 out. 2023.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **Vienna convention on the law of treaties**. Viena: ONU, 1969. Disponível em: https://legal.un.org/ilc/texts/instruments/english/conventions/1_1_1969.pdf. Acesso em: 8 out. 2023.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO INDUSTRIA; CENTRO INTERNACIONAL DE ENERGIAS RENOVÁVEIS. **Biometano**: biocombustível verde: guia técnico. Brasília, DF: MCTI, 2020. *E-book*. Disponível em: https://datasebrae.com.br/wp-content/uploads/2022/09/REVIS%C3%83O-OK212F-Biometano_Combustivel-Verde_Guia-Tecnico.pdf. Acesso em: 08 out. 2023.

PACHECO, M. P. M. Transição energética: como estamos? *In*: EXAME. São Paulo, 21 jun. 2023. Disponível em: <https://exame.com/colunistas/impacto-social/transicao-energetica-como-estamos/>. Acesso em: 08 out. 2023.

PAINEL NDC - nossa contribuição para as metas de redução de emissões do Brasil. *In*: BNDES. Rio de Janeiro, 16 ago. 2023. Disponível em: <https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/desenvolvimento-sustentavel/resultados/emissoes-evitadas>. Acesso em: 08 out. 2023.

PLANO ABC – plano setorial de mitigação e de adaptação às mudanças climáticas visando à consolidação de uma economia de baixa emissão de carbono na agricultura. *In*: EMBRAPA. Brasília, DF, [2023]. Disponível em: <https://www.embrapa.br/tema-agricultura-de-baixo-carbono/sobre-o-tema>. Acesso em: 09 out. 2023.

POWER-TO-GAS via hidrogênio. *In*: O SETOR elétrico. [S. l.], 18 jul. 2018. Disponível em: <https://www.osestoreletrico.com.br/power-to-gas-via-hidrogenio/>. Acesso em: 08 out. 2023.

PROPOSTA de definição das metas compulsórias anuais do RenovaBio (Ciclo 2024 - 2033). *In*: MINISTÉRIO de Minas e Energia. Brasília, DF, [2023]. Disponível em:

https://antigo.mme.gov.br/pt/web/guest/servicos/consultas-publicas?p_p_id=consultapublicammeportlet_WAR_consultapublicammeportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-1&p_p_col_pos=1&p_p_col_count=2&_consultapublicammeportlet_WAR_consultapublicammeportlet_view=detalharConsulta&resourcePrimKey=5238263&detalharConsulta=true&entryId=5238265. Acesso em: 10 out. 2023.

RENOVABIO. *In*: AGÊNCIA nacional do petróleo, gás natural e biocombustíveis. Brasília, DF, [2023]. Disponível em: <https://www.gov.br/anp/pt-br/assuntos/renovabio>. Acesso em: 08 out. 2023.

RENOVABIO. *In*: EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). Brasília, DF, [2023]. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/renovabio#:~:text=O%20RenovaBio%20%C3%A9%20uma%20iniciativa,sustentabilidade%20ambiental%2C%20econ%C3%B4mica%20e%20social>. Acesso em: 09 out. 2023.

RENOVABIO. Propostas das instituições presentes na reunião de construção do renovabio biocombustíveis biogás e biometano. [S. l., s. n., 2021]. *E-book*. Disponível em: https://antigo.mme.gov.br/c/document_library/get_file?uuid=87ed2d4e-5a4a-db52-5d0b-737d2662ac9c&groupId=36224. Acesso em: 08 out. 2023.

RIO pipeline 2023. *In*: TBG. Rio de Janeiro, [2023]. Disponível em: <https://www.tbg.com.br/riopipeline2023>. Acesso em: 21 out. 2023.

SILVA, J. P. C.; MERLI, I. M. Transição energética e China: como aspectos de desenvolvimento sustentável dialogam com investimentos chineses a nível global? *In*: RIO OIL & GAS EXPO AND CONFERENCE, 2022, Rio de Janeiro. **Anais eletrônicos** [...]. Rio de Janeiro: IBP, 2022. Disponível em: <https://biblioteca.ibp.org.br/scripts/bnmap.exe?router=upload/35152>. Acesso em: 08 out. 2023.

SISTEMA de legislação. *In*: AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCMBUSTÍVEIS (ANP). Brasília, DF: c2023. Disponível em: <https://atosoficiais.com.br/anp/resolucao-n-886-2022-estabelece-a-especificacao-e-as-regras-para-aprovacao-do-controle-da-qualidade-do-biometano-oriundo-de-aterros-sanitarios-e-de-estacoes-de-tratamento-de-esgoto-destinado-ao-uso-veicular-e-as-instalacoes-residenciais-industriais-e-comerciais-a-ser-comercializado-no-territorio-nacional>. Acesso em: 21 out. 2023.

SOBRE nós. *In*: ABIOGÁS. São Paulo, c2022. Disponível em: <https://abiogas.org.br/contato>. Acesso em: 09 out. 2023.

TRANSIÇÃO energética: conceito vai muito além da energia. *In*: ALÉM da energia. [S. l.], 23 set. 2022. Disponível em: https://www.alemdaenergia.engie.com.br/transicao-energetica-muito-alem-da-energia/?gclid=EAIAIQobChMI57WYneWogQMV4sVMAh05Cw7yEAAYASAAEgIKkvD_BwE. Acesso em: 08 out. 2023.

UNITED Nations Conference on the Human Environment (Stockholm Conference). *In*: SUSTAINABLE development. [S. l., 2023]. Disponível em:

<https://sustainabledevelopment.un.org/milestones/humanenvironment>. Acesso em: 31 out. 2023.

URCA e NTS prometem 1º projeto de injeção de biometano na malha de gasodutos de transporte. *In*: AGÊNCIA EPBR. [S. l.], 30 maio 2023. Disponível em: <https://epbr.com.br/urca-energia-e-nts-prometem-1o-projeto-de-injecao-de-biometano-na-malha-de-transporte/>. Acesso em: 21 out. 2023.

VARELLA, M. D. **Direito internacional público**. 7. ed. São Paulo: Saraiva, 2017.

WISZNIEIWSKI, G.; WECHINEWSKY, P. M. Acordo de Paris: uma análise das possíveis implicações de ordem internacional ao estado brasileiro. **Academia de Direito**, Mafra, v. 5, p. 235-260, 2023. Disponível em: <https://www.periodicos.unc.br/index.php/acaddir/article/view/3886/1968>. Acesso em: 8 out. 2023.

WORLD energy transition (FGV Energia). [S. l.: s. n.], 09 jun. 2021. 1 vídeo (56 min 02 s). Publicado pelo canal EPBR. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=1EP5TGTLAMY>. Acesso em: 08 out. 2023.

ZOTIN, M. Z. **O papel da China na transição energética global**: estado, indústria e recursos. 2018. Dissertação (Mestrado em Planejamento Energético) – Programa de Pós-Graduação em Planejamento Energético, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: http://www.ppe.ufrj.br/images/publica%C3%A7%C3%B5es/mestrado/Marianne_Zanon_Zotin_MESTRADO-2018.pdf. Acesso em: 08 out. 2023.