

GERAÇÃO DISTRIBUÍDA DO BIOGÁS E POLÍTICAS PÚBLICAS

Mariana Gabriela de Oliveira, Diego Otávio Portilho Jardim, Thais Galdino, Luíza Delgado
Vieira e Lorryne Nunes Costa

¹ Secretaria de Estado de Desenvolvimento Econômico de Minas Gerais (SEDE), Diretoria de Energia; e-mail: mariana.oliveira@desenvolvimento.mg.gov.br

RESUMO

A demanda mundial em constante crescimento por energia, juntamente com a urgente necessidade de reduzir as emissões de gases de efeito estufa e diminuir a dependência de combustíveis fósseis, está impelindo a busca por soluções mais ecologicamente sustentáveis no setor energético. Nesse cenário, o biogás surgiu como uma alternativa viável no Brasil desde a década de 1970, apresentando a oportunidade de tornar as cadeias produtivas mais limpas e, ao mesmo tempo, criar oportunidades de trabalho. O objetivo deste artigo é explorar as capacidades do biogás e do biometano na geração de energia distribuída, examinar o marco regulatório no Brasil e destacar exemplos de sucesso que possam inspirar a implementação de políticas públicas de apoio a essas tecnologias. O biogás oferece vantagens ambientais, transformando resíduos em recursos energéticos valiosos, e o país possui um número crescente de instalações de biogás, contribuindo para a redução das emissões de carbono de maneira significativa. A metodologia empregada se dá a partir da análise da expansão da produção de biogás e biometano no Brasil por meio de dados da CIBiogás, IRENA, Instituto 17, IEA e ANEEL. O artigo conclui que o investimento em políticas públicas é essencial para o desenvolvimento das cadeias produtivas dos biocombustíveis e quebra das principais barreiras do setor.

Palavras-chave: Geração Distribuída, Biogás e Biometano, Energia Renovável, Políticas Públicas.

1. INTRODUÇÃO

A crescente demanda por energia para sustentar a atividade econômica mundial, combinada com a urgente necessidade de reduzir as emissões de gases de efeito estufa (GEE) e diminuir a dependência dos combustíveis fósseis, tem impulsionado a busca por soluções mais sustentáveis no setor energético. Nesse contexto, o biogás, que surgiu como alternativa aos choques do petróleo na década de 1970, está se tornando uma excelente oportunidade para descarbonizar as cadeias produtivas, mitigar as mudanças climáticas e, ainda, gerar empregos.

O presente artigo busca investigar o potencial de biogás e biometano na geração distribuída e estudar o ambiente regulatório relacionado a este setor no Brasil, assim como

destacar casos de sucesso que possam inspirar a adoção de políticas públicas voltadas para o fomento da cadeia do biogás e do biometano.

Em primeiro lugar, cabe lembrar os principais conceitos relacionados ao tema proposto. De acordo com o artigo 14º do [Decreto Federal nº 5.163](#) de 30 de julho de 2004 - o qual regulamenta a comercialização de energia elétrica, o processo de outorga de concessões e de autorizações de geração de energia elétrica, e dá outras providências:

Para fins deste Decreto, considera-se geração distribuída a produção de energia elétrica proveniente de empreendimentos de agentes concessionários, permissionários ou autorizados, incluindo aqueles tratados pelo [art. 8º da Lei nº 9.074](#), de 1995, conectados diretamente no sistema elétrico de distribuição do comprador, exceto aquela proveniente de empreendimento hidrelétrico com capacidade instalada superior a 30 MW; e termelétrico, inclusive de cogeração, com eficiência energética inferior a 75%, conforme regulação da ANEEL (Brasil, 2004, p.6).

Dito isso, segundo a definição da [Resolução ANP nº 906/2022](#), o biogás é o “gás bruto obtido da decomposição biológica de produtos ou resíduos orgânicos” (ANP, 2022, p.2). Sendo assim, o biogás serve como um gás combustível, com poder calorífico de 5.000 a 7.000 kcal/m³ (varia de acordo com a concentração de CH₄), e possui em sua composição principalmente o gás metano (CH₄) e o dióxido de carbono (CO₂) respectivamente (Hosseini; S.E et al., 2014). A equivalência energética é da seguinte ordem: 1 m³ de Biogás (com 65% de CH₄) equivale à produção energética de 0,6 m³ de gás natural; 0.882 L de gás propano; 0,789 L de gás butano; 0,628 L de gasolina; 0,575 L de óleo combustível; 0,455 Kg de carvão betuminoso e 1,602 Kg de madeira seca (Ross et al., 1996).

Nesse sentido, há três possíveis rotas para o biogás: a geração de energia elétrica, a geração de energia térmica e, por fim, a purificação do biogás, responsável pela produção do biometano. Dessa forma, é importante lembrar que os potenciais de descarbonização por via da eletricidade e do biometano são mutuamente exclusivos.

Por sua vez, o biometano, ainda segundo a resolução da ANP, é um “biocombustível gasoso constituído essencialmente de metano, derivado da purificação do biogás” (ANP, 2022, p.2). O processo de purificação é responsável pela remoção de CO₂ e outros contaminantes, a partir de tecnologias diversas. A intercambialidade do biometano com o gás natural permite considerar seu uso para as mesmas aplicações do seu equivalente fóssil, no entanto, com uma pegada ambiental significativamente menor.

1.1 Benefícios ambientais e energéticos da utilização de biogás e de biometano na geração distribuída

Cada vez mais a comunidade internacional tem se voltado para a transição energética e para o fomento das energias renováveis. O Brasil é referência internacional ao se posicionar com 88% da sua matriz elétrica renovável e 47,4% da matriz energética com fontes renováveis (EPE, 2023). Enquanto isso, no cenário global, tem-se 28,6% da matriz elétrica e 15,0% da matriz energética voltadas para energias renováveis (IEA, 2022).

Nesse sentido, pode-se apontar que os brasileiros estão caminhando em um sentido promissor relacionado à sustentabilidade. Logo, uma forma de alavancar o protagonismo do país no setor de energia é por meio do fomento das cadeias de biogás e de biometano, já que a bioenergia possui diversos benefícios ambientais que serão evidenciados a seguir.

Em primeira análise, o biogás é capaz de otimizar a administração dos resíduos - sejam eles sólidos urbanos, advindos da bovinocultura do leite, do esgoto, da suinocultura ou do setor sucroenergético -, convertendo o que normalmente constituiria um passivo ambiental em um recurso energético valioso. Em outras palavras, esses resíduos que anteriormente seriam simplesmente descartados, são convertidos em metano, que por sua vez, pode ser utilizado para produzir calor, eletricidade e para abastecer veículos. Dessa forma, ao aproveitar os resíduos da sua produção para a geração distribuída, o empreendedor terá tanto ganhos ambientais, quanto ganhos econômicos, como na sua conta de luz ao gerar eletricidade por exemplo.

1.2 Gargalos na cadeia produtiva de biogás e biometano

Os principais desafios que travam o desenvolvimento do setor de biogás no Brasil são as barreiras de conhecimento e mão de obra, econômicas, regulatórias e de inclusão social (Instituto 17, 2021).

Em primeiro lugar, o mercado de biogás é ainda incipiente no Brasil, embora tenha evidenciado uma expansão expressiva nos últimos anos. Nesse sentido, ainda há uma baixa oferta de treinamento técnico e profissional no país, o que resulta em uma baixa disponibilidade de mão de obra qualificada disposta a atuar no setor (Instituto 17, 2021).

Em segundo lugar, nota-se a baixa competitividade de projetos de biogás em comparação a outras formas de geração de energia, a dificuldade no acesso a financiamentos, bem como uma infraestrutura de gasodutos limitada (Instituto 17, 2021).

Em terceiro lugar, no âmbito das barreiras políticas e regulatórias, nota-se a desconsideração dos atributos sistêmicos do biogás pelo mercado, a carência de uma

regulação específica relacionada ao biometano e à construção de redes difusas, e a falta de clareza da Política Nacional de Resíduos Sólidos, na Política Nacional de Saneamento e nas regras de licenciamento. Além disso, ao longo dos anos, outras fontes de energia, como a solar, foram acumulando benefícios fiscais que produziram assimetrias fiscais e, portanto, impelem mais custos de produção para o biogás quando são comparadas (Instituto 17, 2021).

Portanto, esses são alguns desafios a serem superados pelo setor do biogás e, para isso acontecer, a implantação de políticas públicas são fundamentais e alguns exemplos serão abordados na terceira seção do artigo.

2. POTENCIAL DE BIOGÁS E BIOMETANO NA MATRIZ ENERGÉTICA

O Brasil possui 936 plantas de biogás, sendo que 885 estão em operação e a maioria está localizada em Minas Gerais (274). Houve um crescimento de 22% do volume de biogás produzido em 2022, sendo que 70% das plantas que entraram em operação são de pequeno porte e 14% são de médio porte. Ademais, 63% da produção é advinda da agropecuária, somente 18% e 19% são originados por meio da indústria e do saneamento, respectivamente. Além disso, 82% da produção foi responsável pela geração elétrica, 10% pela geração térmica e 8% pela produção de biometano. Portanto, pode-se notar a relevância da produção de biogás e biometano para a geração distribuída no Brasil, principalmente no setor agropecuário que possui predominantemente plantas de pequeno porte (631 das 686 plantas de biogás estão no setor agropecuário, sendo que a maior parte, ou seja, 254 plantas, está em Minas Gerais) (CIBiogás, 2023).

De acordo com dados base da International Renewable Energy Agency (IRENA), a capacidade instalada de biogás no mundo, em 2021, é igual a 20.997,88 MW, já a geração elétrica mundial a partir do biogás, em 2021, é de 91.687,53 GWh e corresponde a 1,2% da geração total (IRENA, 2021).

Para efeitos de comparação, a capacidade instalada de biogás no Brasil chega a 452,21 MW, representando 2,15% da capacidade instalada mundial. Em relação à geração elétrica, o Brasil foi responsável pela geração de 1.336,85 GWh em 2021. Ademais, outro dado informado pela agência internacional aponta que o setor de biogás é responsável por empregar cerca de 306 mil pessoas no Brasil (IRENA, 2021).

Nesse contexto de emergência da solução de descarbonização por meio do biogás e do biometano, é possível estimar que, devido a adequação à bioenergia em detrimento aos

combustíveis fósseis, foram evitadas 29,80 Mi tCO₂eq de emissões, em 2020, no Brasil. O cálculo foi feito pelo IRENA e para chegar a este resultado foi considerado que, em 2020, as emissões da energia renovável representam 1,1 Mi tCO₂eq, por outro lado, as emissões substituídas das fontes não renováveis são equivalentes a 30,8623 Mi tCO₂eq (IRENA, 2021).

Por outro lado, estima-se que, em 2020, o setor de energia solar fotovoltaica foi responsável por evitar 5,157 Mi tCO₂eq no país, já a energia hídrica renovável contribuiu para evitar 206,7 Mi tCO₂eq de emissões e a energia eólica 29,29 Mi tCO₂eq (IRENA, 2023). Portanto, pode-se concluir que, assim como a geração hídrica compõe a maior parte da matriz elétrica brasileira (56,13%, segundo dados da ANEEL(2023)), ela também possui o maior potencial de emissões evitadas dentre as tecnologias analisadas. Já a bioenergia está em segundo lugar em relação às emissões substituídas.

No âmbito de Minas Gerais, o potencial de descarbonização por meio da geração de eletricidade é de 6,6 Mi tCO₂eq/ano, o que corresponde a 4% da meta de 152 Mi tCO₂eq/ano do compromisso *Race to Zero*. Em adição, o potencial de descarbonização possibilitado pela adesão ao biometano equivale a 7,5 Mi tCO₂eq/ano, ou seja, 5% da meta do *Race to Zero*. Além disso, o substrato identificado com o maior potencial de descarbonização, tanto a partir da geração de eletricidade, quanto da produção de biometano, foram os resíduos sólidos urbanos (3,63 Mi tCO₂eq/ano), seguido do sucroenergético (1,71 Mi tCO₂eq/ano), da bovinocultura de leite (0,72 Mi tCO₂eq/ano), da suinocultura (0,35 Mi tCO₂eq/ano) e, por último, do esgoto (0,20 Mi tCO₂eq/ano) (Instituto 17, 2022).

Além disso, Minas Gerais possui 93% das suas plantas de biogás voltadas para agropecuária - como a produção por meio das granjas de suínos, por exemplo - 6% para resíduos sólidos urbanos (RSU) ou esgoto e apenas 1% para indústria. No entanto, por mais que quase a totalidade das plantas do estado tenham como substrato resíduos da agropecuária, apenas 26% da produção advém dessa atividade. Enquanto isso, 73% da produção de biogás é originada por meio do saneamento e 1% por meio da indústria (CIBiogás, 2023).

3. POLÍTICAS PÚBLICAS E INCENTIVOS

3.1 Política Nacional de Biogás e Biometano

A política nacional de biogás e biometano é fundamentada na [Lei nº 13.576](#), sancionada em dezembro de 2017, a qual dispõe sobre a Política Nacional de Biocombustíveis (RenovaBio). Dentre os objetivos da política estão: contribuir para o atendimento aos compromissos do país no âmbito do Acordo de Paris; contribuir com a adequada relação de eficiência energética e de redução de emissões de gases causadores do efeito estufa na produção, na comercialização e no uso de biocombustíveis, inclusive com mecanismos de avaliação de ciclo de vida; promover a adequada expansão da produção e do uso de biocombustíveis na matriz energética nacional; e contribuir com previsibilidade para a participação competitiva dos diversos biocombustíveis no mercado nacional de combustíveis.

Além do RenovaBio, a Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) publicou as resoluções [41/2007](#), [734/2018](#), [886/2022](#) e [906/2022](#) que regulamentam a produção, comercialização, destinação e distribuição dos biocombustíveis. Por sua vez, a [Portaria nº 538](#), de 15 de dezembro de 2015, cria o Programa de Desenvolvimento da Geração Distribuída de Energia Elétrica (ProGD), visando fomentar o crescimento e a expansão da descentralização na geração de energia.

Por fim, o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (Proinfa) foi criado pelo Governo Federal por meio da [Lei nº 10.438](#). O intuito da lei sancionada em 26 de abril de 2002 foi de promover a expansão da oferta de eletricidade e fomentar a produção de energia elétrica por Produtores Independentes Autônomos, conforme explicitado no artigo 3º.

3.2 Exemplos de políticas públicas de fomento à cadeia de biogás e biometano

O Governo de Minas Gerais tem sido essencial para a manutenção da vanguarda do Estado no âmbito do biogás e biometano. Em primeiro lugar, a [Lei nº 24396](#) sancionada em 2023 busca incrementar, em bases econômicas, sociais e ambientais, a participação do biogás e do biometano na matriz energética estadual, promovendo uma gestão eficiente dos resíduos sólidos, a geração de energias renováveis, o enfrentamento das mudanças climáticas, o desenvolvimento tecnológico, o estabelecimento de regras para a cadeia produtiva, e a atração de investimentos, além da promoção de incentivos, fiscalização e apoio à cadeia produtiva. Cabe destacar que outros estados também já possuem políticas sancionadas para o estímulo ao desenvolvimento do setor de biogás e biometano, como é o

caso de Goiás ([Lei nº 20.710/2020](#)), Mato Grosso ([Lei nº 11.768/2022](#)), Paraná ([Lei nº 19.500/2018](#)), Rio de Janeiro ([Decreto nº 44.855/2014](#)), Rio Grande do Sul ([Lei nº 14.864/2016](#)) e Santa Catarina ([Lei nº 17.542/2018](#)).

Em segundo lugar, em setembro de 2023, foi publicada a [Resolução SEDE nº 34](#) que versa sobre a comercialização e distribuição de biometano por redes estruturantes e redes de gás canalizado no Estado, estabelecendo normas no sentido de promover a ampliação do uso deste energético com competitividade e eficiência, ao mesmo tempo garantindo a sustentabilidade da concessão para a exploração do serviço de distribuição de gás, por meio de canalizações. Vale apontar que uma segunda resolução voltada somente para o biogás também está em estudo para abarcar suas especificidades.

Ademais há um Decreto Estadual em construção que institui a Estratégia Estadual do biogás e biometano, a qual visa explorar o amplo potencial mineiro para a produção de Biogás e Biometano, de modo a construir uma política pública intersetorial, estipulando, assim, medidas de fomento da cadeia produtiva em suas múltiplas partes. Desse modo, toda a política pública do biogás e biometano - incluindo a Lei nº 24396, a Resolução SEDE nº 34, a Resolução do biogás e o Decreto Estadual - é prioridade para o Governo de Minas Gerais e conta com o apoio de um Grupo de Trabalho composto por 14 instituições de diversos setores, sendo elas: Secretaria de Estado de Desenvolvimento Econômico (Sede), Federação das Indústrias de Minas Gerais (Fiemg), Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (Semad), Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento de Minas Gerais (Seapa), Fundação Estadual do Meio Ambiente (Feam), Federação da Agricultura e Pecuária do Estado de Minas Gerais (Faemg), Agência de Promoção de Investimento e Comércio Exterior de Minas Gerais (Invest Minas), Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (Epamig), Companhia de Gás de Minas Gerais (Gasmig), Associação Brasileira do Biogás (Abiogás), Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Minas Gerais (Emater), Instituto Mineiro de Agropecuária (Ima), Secretaria de Estado da Fazenda (Sef) e Instituto 17.

Em consonância com o compromisso do Governo de Minas de fomentar a geração de energias renováveis, o [Decreto nº 46296](#) de 2013 concede incentivos fiscais e tratamento tributário diferenciado aos empreendimentos localizados em Minas Gerais, nos casos relacionados à produção de peças partes, componentes e ferramentas; ao insumo das obras dos empreendimentos de geração de energia renovável; à infraestrutura de conexão e transmissão; e ao fornecimento da energia elétrica produzida a partir de usinas geradoras de

energia renovável. Já a [Lei 23.762](#), de 6 de janeiro de 2021 prevê a redução do ICMS - podendo chegar a 0% - sobre equipamentos, peças, partes e componentes utilizados na instalação de micro e mini sistemas de geração distribuída de energia elétrica no estado com capacidade de até 5 megawatts (MW). O benefício também se aplica à própria energia gerada e, assim como alavancou em números surpreendentes a geração solar fotovoltaica em Minas Gerais, tem potencial para fomentar a geração de biogás e biometano no estado.

Dessa forma, a publicação da Lei nº 24396/2023 e dessas resoluções, bem como todas as medidas que estão sendo adotadas pelo Governo, são um passo fundamental para derrubar algumas barreiras regulatórias e econômicas, como por exemplo de infraestrutura limitada de gasodutos, de carência regulatória para a injeção de biometano nas redes de distribuição, de assimetria fiscal e de dificuldade em relação aos financiamentos.

Vale apontar também o Compromisso *Race to Zero*. Em 2021, Minas Gerais se tornou o primeiro governo subnacional da América Latina e do Caribe a firmar o protocolo da campanha. Dessa forma, o *Race to Zero* é uma campanha global que tem o objetivo de alcançar emissões líquidas zero de gases de efeito estufa até 2050, o que deverá limitar o aumento da temperatura global a 1,5 grau. A meta será alcançada por meio da intensificação de ações de descarbonização, da atração de investimentos para negócios sustentáveis e para a criação de empregos verdes. Portanto, espera-se que a política pública estadual de biogás e biometano contribua para o atingimento das metas estipuladas.

Não obstante, o Governo do Paraná também vem desenvolvendo programas capazes de fomentar a geração distribuída dos biocombustíveis, em especial apresenta-se o Programa Paraná Energia Rural Renovável (RenovaPR), instituído pela [Lei Estadual 20.435](#) de dezembro de 2020. O programa visa apoiar a geração distribuída de energia elétrica a partir de fontes renováveis, incluindo a geração de biogás e biometano em unidades rurais do estado e foi responsável pela viabilização de 6.662 projetos de instalação de energia solar ou de usinas de biogás, segunda a Secretaria da Agricultura e do Abastecimento. Nesse sentido, segundo o Sistema FAEP, o número de usinas de biogás nas propriedades rurais paranaenses passaram de 7 em 2017 para 41 em 2023, ou seja, houve um aumento de 658% da potência instalada, evoluindo de 637 kW para 4.829 kW.

Essas ações, juntamente com outras iniciativas, desempenham um papel fundamental na transição para um futuro energético mais sustentável, reduzindo as emissões de gases de efeito estufa, promovendo o uso de fontes renováveis e

impulsionando a eficiência energética em diversos setores da sociedade, em especial a geração distribuída de biogás e biometano.

4. CONCLUSÃO

Em conclusão, o presente artigo destaca a crescente importância do biogás e do biometano na matriz energética, não apenas como fontes de energia sustentável, mas também como catalisadores de benefícios ambientais, econômicos e sociais, sobretudo via geração distribuída. A demanda global por energia, a necessidade urgente de reduzir as emissões de gases de efeito estufa e a busca por alternativas aos combustíveis fósseis estão impulsionando a expansão dessas tecnologias.

A transição para um futuro energético mais sustentável depende da adoção de fontes de energia renovável, como o biogás e o biometano, que não apenas reduzem as emissões de carbono, mas também geram empregos e fortalecem a segurança energética. Portanto, investir nesses recursos e promover políticas que os incentivem é essencial para enfrentar os desafios globais relacionados à energia e ao meio ambiente.

Nesse sentido, políticas públicas e incentivos, tanto em nível federal quanto estadual, estão desempenhando um papel crucial no fomento dessas cadeias produtivas. O RenovaBio, o Programa de Desenvolvimento da Geração Distribuída de Energia Elétrica, o Proinfa e iniciativas específicas de estados como Minas Gerais e Paraná estão criando um ambiente propício para o crescimento da geração distribuída dos biocombustíveis.

O potencial do biogás e do biometano na geração distribuída está se tornando cada vez mais evidente, com exemplos concretos de sucesso, como a política pública elaborada pelo Governo de Minas Gerais e o projeto RenovaPR no Paraná, que não apenas promovem a geração de energia limpa, mas também proporcionam a gestão eficiente de resíduos, o combate às mudanças climáticas e, por fim, impulsionam a geração própria de energia.

Por fim, Minas Gerais demonstrou grande potencial na produção de biogás a partir da agropecuária, representando 34% do número de plantas da agropecuária em operação no país em 2022. Políticas públicas como a RenovaPR, implementada no Paraná, podem ser um bom exemplo para agregar às políticas que já foram implementadas em Minas e impulsionar ainda mais este setor no estado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANP. **Resolução nº 906, de 18 de novembro de 2022**. Brasília, DF: Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis do Brasil, 2022.

ANÍBAL, F. (2023), **Energia renovável se dissemina nos campos do Paraná**. Boletim Informativo Sistema FAEP/SENAR-PR. Paraná, jul. 2023. Disponível em: <https://www.sistemafaep.org.br/energia-renovavel-se-dissemina-nos-campos-do-parana/#:~:text=Se%20anos%20depois%2C%20em%202023,energia%20limpa%20em%20meio%20rural>. Acesso em: 03 out. 2023.

BRASIL. Decreto nº 5.163, de 30 de julho de 2004. Regulamenta a comercialização de energia elétrica, o processo de outorga de concessões e de autorizações de geração de energia elétrica, e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República [2004]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/decreto/d5163.HTM. Acesso em: 28 set. 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: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/lei/L13576.htm. Acesso em: 04 out. 2023.

BRASIL. **Lei nº 10.438, de 26 de abril de 2002**. Dispõe sobre a expansão da oferta de energia elétrica emergencial, recomposição tarifária extraordinária, cria o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (Proinfa), a Conta de Desenvolvimento Energético (CDE), dispõe sobre a universalização do serviço público de energia elétrica, dá nova redação às Leis no 9.427, de 26 de dezembro de 1996, no 9.648, de 27 de maio de 1998, no 3.890-A, de 25 de abril de 1961, no 5.655, de 20 de maio de 1971, no 5.899, de 5 de julho de 1973, no 9.991, de 24 de julho de 2000, e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República [2002]. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2002/l10438.htm. Acesso em: 04 out. 2023.

BRASIL. Portaria Nº 538, de 15 de dezembro de 2015. Brasília, DF: Ministério de Minas e Energia, [2015]. Disponível em: <https://www.gov.br/mme/pt-br/aceso-a-informacao/legislacao/portarias/2015/portaria-n-538-2015.pdf/view>. Acesso em: 04 out. 2023.

Centro Internacional de Energias Renováveis - Biogás, **Panorama do Biogás no Brasil 2022**, Relatório Técnico nº 001/2023. Paraná, 2023.

EPE - Empresa de Pesquisa Energética. **Plano Decenal de Expansão de Energia 2031**, v. 1, Brasília: MME/EPE, 2022.

EPE - Empresa de Pesquisa Energética. **Balço Energético Nacional 2023: Ano base 2022**. Rio de Janeiro, 2023. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-748/topico-687/BEN2023.pdf>. Acesso em 29 set. 2023

EPE - Empresa de Pesquisa Energética, **Análise de Conjuntura dos Biocombustíveis Ano 2022**. Rio de Janeiro, 2023.

HOSSEINI, S.E., WAHID, M.A (2014), **Development of biogas combustion in combined heat and power generation**, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Sukudai, v. 40, p. 868-875, 2014.

INSTITUTO 17, **Painel Dinâmico o Estado de Minas Gerais e a descarbonização pelo uso do biogás: um potencial a curto prazo**. São Paulo, 2023. Disponível em: <https://i17.eco.br/bep/>. Acesso em: 03 out. 2023.

INSTITUTO 17, **Biogás no Brasil: Barreiras e recomendações para o desenvolvimento do setor**, Relatório Técnico i17 01:2021. São Paulo, 2021.

IRENA, **World Energy Transitions Outlook 2023: 1.5°C Pathway**. v.1, International Renewable Energy Agency. Abu Dhabi: International Renewable Energy Agency, 2023.

IRENA, **Avoided Emissions Calculator**. Abu Dhabi: International Renewable Energy Agency, 2023. Disponível em: <https://www.irena.org/Data/View-data-by-topic/Climate-Change/Avoided-Emissions-Calculator>. Acesso em: 03 out. 2023.

MINAS GERAIS. **Lei nº 24.396, de 13 de julho de 2023**. Dispõe sobre a política estadual do biogás e do biometano. Belo Horizonte: Assembleia Legislativa de Minas Gerais, [2023]. Disponível em: <https://www.almg.gov.br/legislacao-mineira/texto/LEI/24396/2023/>. Acesso em: 04 out. 2023.

MINAS GERAIS. **Lei nº 23.762 de 6 de janeiro de 2021**. Altera a Lei nº 6.763, de 26 de dezembro de 1975, que consolida a legislação tributária do Estado de Minas Gerais, e a Lei nº 14.937, de 23 de dezembro de 2003, que dispõe sobre o Imposto sobre a Propriedade de Veículos Automotores - IPVA - e dá outras providências. Belo Horizonte: Assembleia Legislativa de Minas Gerais, [2021]. Disponível em: http://www.fazenda.mg.gov.br/empresas/legislacao_tributaria/leis/2021/123762_2021.html. Acesso em: 04 out. 2023.

MINAS GERAIS. **Resolução SEDE nº 34 de 05 de setembro de 2023**. Dispõe sobre as condições e critérios para comercialização e distribuição de biometano por redes estruturantes e redes de gás canalizado no Estado, e dá outras providências. Belo Horizonte: Governo de Minas Gerais, [2023]. Disponível em: <https://www.jornalminasgerais.mg.gov.br/index.php?dataJornal=2023-09-06>. Acesso em: 04 out. 2023

MINAS GERAIS. **Decreto nº 46.296 de 14 de agosto de 2013**. Dispõe sobre o Programa Mineiro de Energia Renovável – Energias de Minas – e de medidas para incentivo à produção e uso de energia renovável. Belo Horizonte: Governo de Minas Gerais, [2013]. Disponível em: <https://www.almg.gov.br/legislacao-mineira/texto/DEC/46296/2013/>. Acesso em: 04 out. 2023.

PARANÁ. **Lei nº 20435 de 17 de dezembro de 2020**. Institui o Programa Paraná Energia Rural Renovável e dá outras providências. Curitiba: Casa Civil do Governo do Estado do Paraná. Disponível em:

<https://www.legislacao.pr.gov.br/legislacao/pesquisarAto.do?action=exibir&codAto=243630&indice=1&totalRegistros=1&dt=7.0.2021.17.39.53.307>. Acesso em: 04 out. 2023.

PORTNER, H.-O et. al (2022), **Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**, Cambridge University Press. Cambridge, UK e New York, NY, USA, 2022.

ROSS, C.C., DRAKE, T.J. and WALSH, J.L. (1996) **Biogas Combustion Calculations**, *Handbook of Biogas Utilization*, 2nd. SERBEP, c/o General Bioenergy, Florence, AL, p. 13-22, 1996.