



Panorama e potencial de crescimento da produção de biogás e biometano no Sul do Brasil

Nota técnica



UNITED NATIONS
INDUSTRIAL DEVELOPMENT ORGANIZATION



GLOBAL ENVIRONMENT FACILITY
INVESTING IN OUR PLANET

MINISTÉRIO DO
DESENVOLVIMENTO REGIONAL

MINISTÉRIO DO
MEIO AMBIENTE

MINISTÉRIO DE
MINAS E ENERGIA

MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO

MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E INOVAÇÕES



Parceiros do Projeto



Parceiros nesta Atividade



Comitê Diretor do Projeto



UNITED NATIONS
INDUSTRIAL DEVELOPMENT ORGANIZATION



GLOBAL ENVIRONMENT FACILITY
INVESTING IN OUR PLANET

MINISTÉRIO DO
DESENVOLVIMENTO REGIONAL

MINISTÉRIO DO
MEIO AMBIENTE

MINISTÉRIO DE
MINAS E ENERGIA

MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO

MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E INOVAÇÕES



www.gefbiogas.org.br

This project/program is funded by the Global Environment Facility

Projeto “Aplicações do Biogás na Agroindústria Brasileira” (GEF Biogás Brasil)



Este documento está sob a licença Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License. Citações ao material deste documento devem ser da seguinte forma:

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL; FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS; CENTRO INTERNACIONAL DE ENERGIAS RENOVÁVEIS. **Panorama e potencial de crescimento da produção de biogás e biometano no sul do Brasil**: nota técnica. Brasília: MCTI, 2020. *E-book*. (Projeto Aplicações do Biogás na Agroindústria Brasileira: GEF Biogás Brasil).

COMITÊ DIRETOR DO PROJETO

Fundo Global para o Meio Ambiente

Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações

Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

Ministério de Minas e Energia

Ministério do Meio Ambiente

Ministério do Desenvolvimento Regional

Centro Internacional de Energias Renováveis

Itaipu Binacional

PARCEIROS DO PROJETO

Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas

Associação Brasileira do Biogás

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

FICHA TÉCNICA

Nome do produto:

Panorama e potencial de crescimento da produção de biogás e biometano no Sul do Brasil: Nota técnica

Atividade vinculada:

1.2.1 Coleta, validação e publicação de informações técnicas, legais, econômicas e outras relevantes ao desenvolvimento do mercado de biogás e de biometano baseado em resíduos orgânicos agroindustriais.

Publicado por:

Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações
Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial

Entidade(s) diretamente envolvida(s):

(Centro Internacional de Energias Renováveis Biogás – CIBiogás
Fundação Getulio Vargas – Energia

Autoria:

Alessandra Freddo – UNIDO / CIBiogás
Daiana Gotardo Martinez – UNIDO / CIBiogás
Karina Navarro – CIBiogás
Leonardo Pereira Lins - CIBiogás

Revisão:

Angélica Marcia dos Santos – FGV Energia

Coordenação:

Felipe Souza Marques

Editoração:

Raphael Makarenko

Data da publicação: Brasília, agosto de 2022.

O68p Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial.

Panorama e potencial de crescimento da produção de biogás e biometano no sul do Brasil: nota técnica / Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial ; Fundação Getúlio Vargas ; Comitê diretor do projeto Centro Internacional de Energias Renováveis. – Brasília: Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações, 2020.
33 p.: il. – (GEF Biogás Brasil)

ISBN: 978-65-87432-32-8

1. Biogás – Brasil. 2. Biometano – Brasil. I. Freddo, Alessandra. II. Martinez, Daiana Gotardo. III. Navarro, Karina. IV. Lins, Leonardo Pereira. V. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações. VI. UNIDO. VII. Centro Internacional de Energias Renováveis. VIII. CIBiogás. IX. Fundação Getúlio Vargas. X. Projeto Aplicações do Biogás na Agroindústria Brasileira. XI. Título. XII. Série.

CDU 662.767.2



APRESENTAÇÃO

O Projeto “Aplicações do Biogás na Agroindústria Brasileira” (GEF Biogás Brasil) reúne o esforço coletivo de organismos internacionais, setor privado, entidades setoriais e do Governo Federal em prol da diversificação da matriz energética do país por meio do biogás.

O Projeto é liderado pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI), implementado pela Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial (UNIDO), financiado pelo Fundo Global para o Meio Ambiente (GEF), e conta com o Centro Internacional de Energias Renováveis (CIBiogás) como principal entidade executora.

O objetivo do Projeto é reduzir a emissão de gases de efeito estufa, fortalecendo as cadeias de valor e inovação tecnológica ligadas à produção de biogás. Por meio de ações concretas, o Projeto amplia a oferta de energia e combustível no Brasil a partir da geração de biogás e biometano, fortalecendo as cadeias nacionais de fornecimento de tecnologia no setor e facilitando investimentos.

O biogás é uma fonte renovável de energia elétrica, energia térmica e combustível. Seu processamento também resulta em biofertilizantes de alta qualidade para uso agrícola. A gestão sustentável dos resíduos orgânicos provenientes da agroindústria e de ambientes urbanos por meio da produção de biogás traz um diferencial competitivo para a economia brasileira. Desenvolver a cadeia de valor do biogás significa investir em uma economia circular envolvendo inovação e novas oportunidades de negócios. Indústrias de equipamentos e serviços, concessionárias de energia e gás, produtores rurais e administrações municipais estão entre os beneficiários do Projeto, que conta com US \$7,828,000 em investimentos diretos.

Com abordagem inicial na Região Sul e no Distrito Federal, o Projeto gera impactos positivos para todo o país. As atividades do Projeto incluem a atuação direta junto a empresas, cooperativas e entidades da governança do biogás para implementar acordos de cooperação, fazer análises de mercado, desenvolver modelos de negócio inovadores e atrair investimentos nacionais e internacionais.

O Projeto também investe diretamente na otimização de plantas de biogás mais eficientes, seguras e com modelos replicáveis, entregando ao mercado exemplos práticos de sucesso operacional. Além disso, o Projeto desenvolve ferramentas digitais e atividades de capacitação que atualizam e dinamizam o setor, facilitando o desenvolvimento de projetos executivos de biogás. Em paralelo, especialistas do Projeto desenvolvem estudos técnicos com dados inéditos que apoiam o avanço de políticas públicas favoráveis ao biogás. Dessa forma, o Projeto entrega para o mercado brasileiro mais competitividade, fomentando o biogás como um grande catalizador de novas oportunidades.



Panorama e potencial de crescimento da produção de biogás e biometano no Sul do Brasil

Nota técnica

Data da Publicação:

Agosto/2022



Sumário

Resumo/Abstract	6
Impactos.....	7
1. Introdução	8
2. Potencial de produção de biogás e aproveitamento atual no Sul do Brasil	9
3. Biogás no contexto nacional e sua projeção de crescimento no Sul do Brasil	13
3.1 Geração de energia elétrica	15
3.2 Produção de biometano	17
3.3 Energia térmica	18
4. Oportunidades de arranjos para biogás	20
4.1 Centrais de bioenergia	21
4.2 Aproveitamento de CO ₂	26
5. Biogás e as emissões de gases do efeito estufa	27
6. Mecanismos para destravar o potencial de biogás	30
7. Considerações finais.....	32
Agradecimentos.....	33
Referências	33

Resumo/Abstract

PORTUGUÊS

O Brasil possui um potencial de produção de cerca de 84,6 bilhões Nm³/ano de biogás, deste montante, são aproveitados apenas 1,5% (cerca de 1,3 bilhão Nm³/ano). Este volume potencial de biogás está distribuído em todo território nacional, porém, a região Sul do Brasil se destaca. Os estados sulistas acumulam um potencial de 3 bilhões de Nm³/ano, destes são explorados apenas 5%. O setor pecuário se destaca na produção e aproveitamento do biogás, as regiões oeste e noroeste paranaense, ambas com alto potencial despontam no que tange ao número de plantas de biogás em operação. O biogás pode ser convertido em energia elétrica, térmica e/biometano, contribuindo de forma substancial em custo evitado e receita adicional a unidades produtivas. Outro parâmetro fundamental a se observar é a redução da emissão de gases do efeito estufa, promovida pelo aproveitamento energético do biogás. Avaliando um cenário conservador de crescimento de 11% a.a. das plantas de biogás, estima-se que poderiam se evitar nos próximos 10 anos o lançamento de aproximadamente 4,3 mi tCO₂e na atmosfera.

Palavras-chave: biogás; biometano; aproveitamento; sul do Brasil; gases do efeito estufa.

ENGLISH

Brazil has a production potential of about 84.6 billion Nm³/year of biogas, of which only 1.5% (about 1.3 billion Nm³/year) are used. This potential volume of biogas is distributed throughout the country, but the southern region of Brazil stands out. The southern states accumulate a potential of 3 billion Nm³/year, of which only 5% are exploited. The livestock sector stands out in the production and use of biogas, the western regions of Paraná and western Santa Catarina, both with high potential in what concerns the number of biogas plants in operation. Biogas can be converted into electric, thermal and/or biomethane energy, contributing substantially to avoided cost and additional revenue to productive units. Another fundamental parameter to be observed is the reduction of greenhouse gas emissions, promoted using biogas energy. Assessing a conservative scenario of growth of 11% a year. of biogas plants, it is estimated that the release of approximately 4.3 mi tCO₂e into the atmosphere could be avoided in the next 10 years.

Keywords: biogas; biomethane; utilization; southern Brazil; greenhouse gases.

Impactos

Os estados Sul brasileiros acumulam um elevado potencial de produção de biogás, a partir de substratos de diversos segmentos. Espera-se com esta nota técnica, apresentar o cenário atual de aproveitamento energético do biogás e quanto o setor pode crescer e impactar por meio da geração de energia elétrica, térmica, biometano, ou ainda a partir do aproveitamento do dióxido de carbono, produto pouco explorado na cadeia do biogás.

Este documento abordará aspectos técnicos que podem contribuir na modelagem de arranjos visando o aproveitamento do biogás, por meio da implantação de centrais de bioenergia ou ainda, avaliação de *clusters* nos estados Sul brasileiros os quais, apontam as regiões com elevado potencial de aproveitamento energético.

Foram avaliadas as emissões de gases do efeito estufa e realizadas previsões da produção e aproveitamento de biogás por segmento para os próximos anos, bem como reduções atingíveis de emissões de GEE e comparação entre cenários. Por fim, espera-se com este documento detalhar o quanto o aproveitamento do biogás pode ser ampliado, assim como possibilidades e benefícios que esta fonte pode oferecer.

1. Introdução

O Brasil possui o maior potencial de produção de biogás do mundo, favorecido por sua grande diversidade de substratos disponíveis e sua vasta extensão territorial. Estima-se que o país tenha capacidade de produção de cerca de 84,6 bilhões Nm³/ano, sendo que deste montante, são aproveitados apenas 1,5% (cerca de 1,3 bilhão Nm³/ano). Este potencial está distribuído em todo território nacional, porém, a região Sul do Brasil se destaca, por apresentar pujante crescimento do agronegócio, sendo este o segmento com maior representatividade em número de plantas de biogás em operação no país e representativo volume de biogás.

Os três estados do Sul acumulam um potencial de quase 3 bilhões Nm³/ano de biogás, a partir de substratos da suinocultura, bovinocultura, avicultura, unidades de processamento de mandioca, laticínios, abatedouros, cervejarias e usinas sucroenergéticas. De forma análoga a realidade nacional, a região Sul explora apenas 5,1% (cerca de 150,8 milhões Nm³/ano) do potencial de produção de biogás que possui, evidenciando a capacidade de expansão no que tange ao aproveitamento deste energético. É importante mencionar que o levantamento de potencial acima mencionado não contempla todos os substratos passíveis de produção, ou seja, o potencial sul brasileiro é ainda maior.

O biogás possui atributos que o caracterizam por ser uma fonte firme de geração de energia, podendo contribuir de forma contundente na qualidade e segurança energética de propriedades rurais e agroindústrias. Considerando o impacto positivo e os inúmeros benefícios que o biogás pode proporcionar ao cenário sul brasileiro, estruturou-se a presente nota técnica, a qual realiza uma comparação entre o potencial de produção de biogás e o volume aproveitado na região Sul do Brasil, demonstrando como o biogás pode contribuir na redução das emissões de gases do efeito estufa, além de sinalizar caminhos que possam auxiliar para o aumento no consumo destas fontes de energia – biogás e biometano – para os próximos anos.

2. Potencial de produção de biogás e aproveitamento atual no Sul do Brasil

A região Sul do Brasil detém uma participação significativa de atividades vinculadas ao agronegócio em sua economia. Grande parte destas atividades estão voltadas a produção e processamento de proteína animal e seus derivados, que por sua vez, são responsáveis pela geração de volumes consideráveis de biomassa residual. A região também é considerada um importante celeiro, onde culturas como soja, milho, trigo e arroz são produzidos e escoados via transporte rodoviário e ferroviário até os portos no litoral ou para abastecer o mercado interno.

O desenvolvimento de métodos alternativos de tratamento de resíduos, outrora não aproveitados, e a necessidade urgente em reduzir a participação dos combustíveis fósseis – não renováveis – na matriz energética nacional contribuiu com o crescimento da cadeia do biogás, gerado a partir da digestão anaeróbia de resíduos orgânicos. Neste contexto, tem-se uma tecnologia viável e consolidada, capaz de gerar energia renovável, reduzir as emissões de gases do efeito estufa (GEE) e promover a recuperação de nutrientes e carbono orgânicos para serem aplicados como fertilizante no solo.

Segundo levantamento disponível no Biogasmapp¹, elaborado pelo Centro Internacional de Energias Renováveis - Biogás (CIBiogás) e parceiros, os estados sul brasileiros concentram 166 plantas de biogás em operação utilizando substratos a partir da agropecuária e agroindústria. O estado do Paraná destaca-se entre os três com 105 plantas em operação, seguido de Santa Catarina com 36 e Rio Grande do Sul com 25. Todas essas unidades acumulam uma produção de biogás anual de 150,8 milhões Nm³.

O biogás em uso na região supracitada, representa um aproveitamento deste energético de 5,1% do potencial de produção total. A título de comparação entre os estados sulistas, estruturou-se a Figura 1 que expressa a produção efetiva de biogás frente ao seu potencial.

¹ [Biogasmapp](#) - Ferramenta online e interativa que apresenta o levantamento de plantas de biogás com aplicações energéticas no Brasil.

Volume de biogás produzido x Potencial a ser explorado

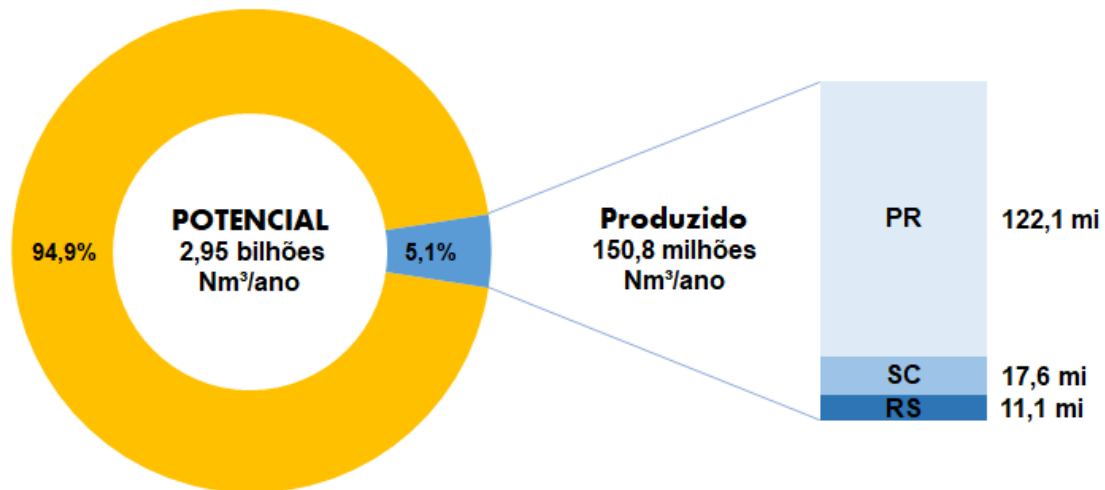


Figura 1: Potencial de produção de biogás *versus* volume produzido.

Entre os estados sul brasileiros o Paraná concentra o maior potencial de produção de biogás e o maior índice de aproveitamento gerando cerca de 122,2 milhões Nm³/ano, seguido por Santa Catarina (17,6 milhões Nm³/ano produzidos) e Rio Grande do Sul (11,1 milhões Nm³/ano produzidos).

Em geral, as regiões com maior número de plantas em operação concentram os maiores potenciais de produção de biogás, como é o caso das regiões oeste e noroeste do Paraná. Esse fato pode ser evidenciado na Figura 2, comparando o potencial das atividades de agropecuária e agroindústria e seu aproveitamento atual, por região.

Panorama e potencial de crescimento da produção de biogás e biometano no Sul do Brasil

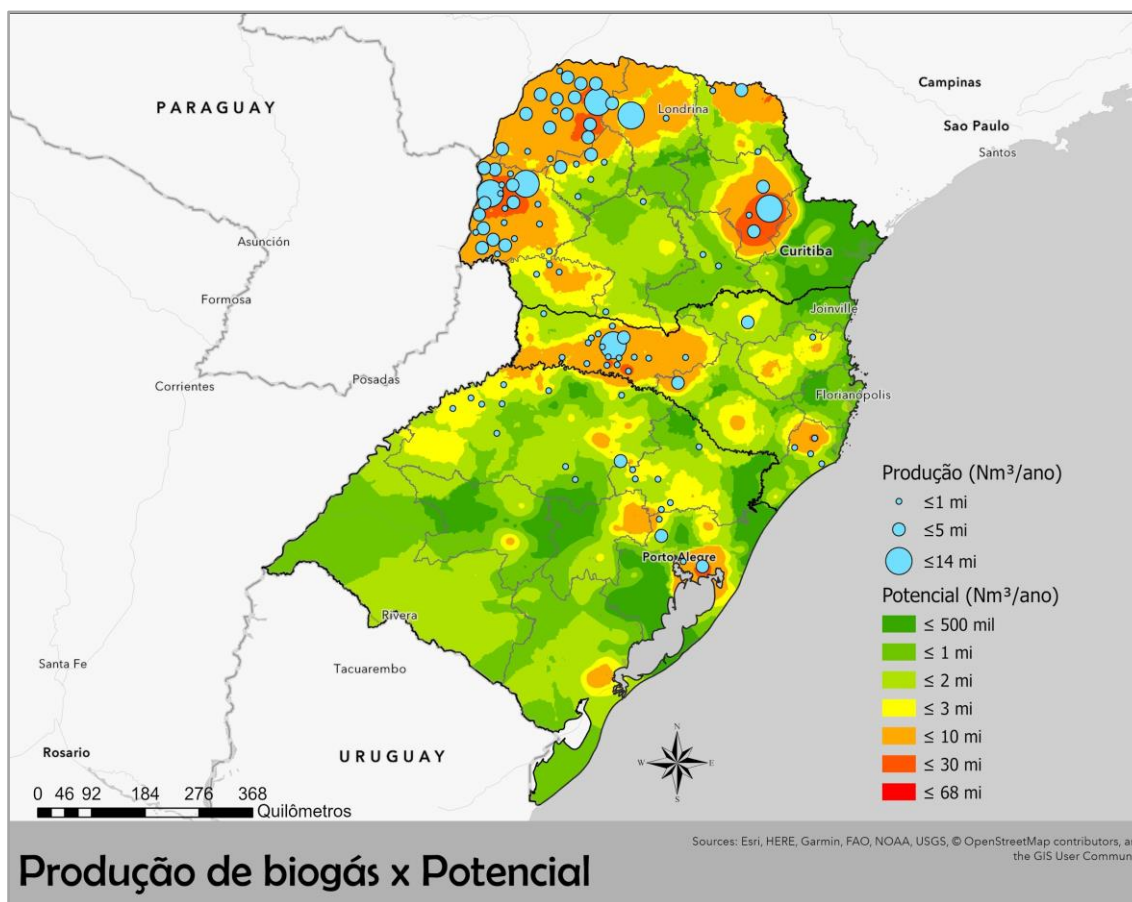


Figura 2: Produção de biogás atual *versus* potencial no Sul do Brasil.

Ressalta-se que alguns fatores influenciam de forma significativa para o cenário de aproveitamento do biogás por região, entre eles: a vocação para o agronegócio e disponibilidade de substrato atrelada à implantação de projetos de pesquisa, desenvolvimento e inovação (P&D+I) os quais, permitem a execução e operacionalização de novos modelos de negócios, despertando interesse de diversos segmentos e permitindo a validação de *cases* – projetos de sucesso que estimulam o setor em um ciclo virtuoso. Também, deve-se pontuar o interesse do governamental e entidades de investir em energias renováveis, oferecendo assim programas de incentivo, subsídios (isenção de ICMS, por exemplo) e garantia de retorno de capital aos produtores.

O setor agropecuário é o segmento com maior número de plantas de biogás em operação nos estados sul brasileiros, englobando 71% das unidades de produção da região, e concentra o maior potencial de produção com volume acumulado de 1,4 bilhão Nm³/ano. Dentre os substratos mais utilizados, cerca

Panorama e potencial de crescimento da produção de biogás e biometano no Sul do Brasil

de 66%, são resíduos provenientes da suinocultura cujo potencial de produção é de 890,9 mi Nm³/ano.

O maior aproveitamento do potencial de biogás entre os estados e segmentos está concentrado nas agroindústrias do Paraná, atingindo 10% de aplicação energética a partir desta fonte, conforme evidenciado na Figura 3.

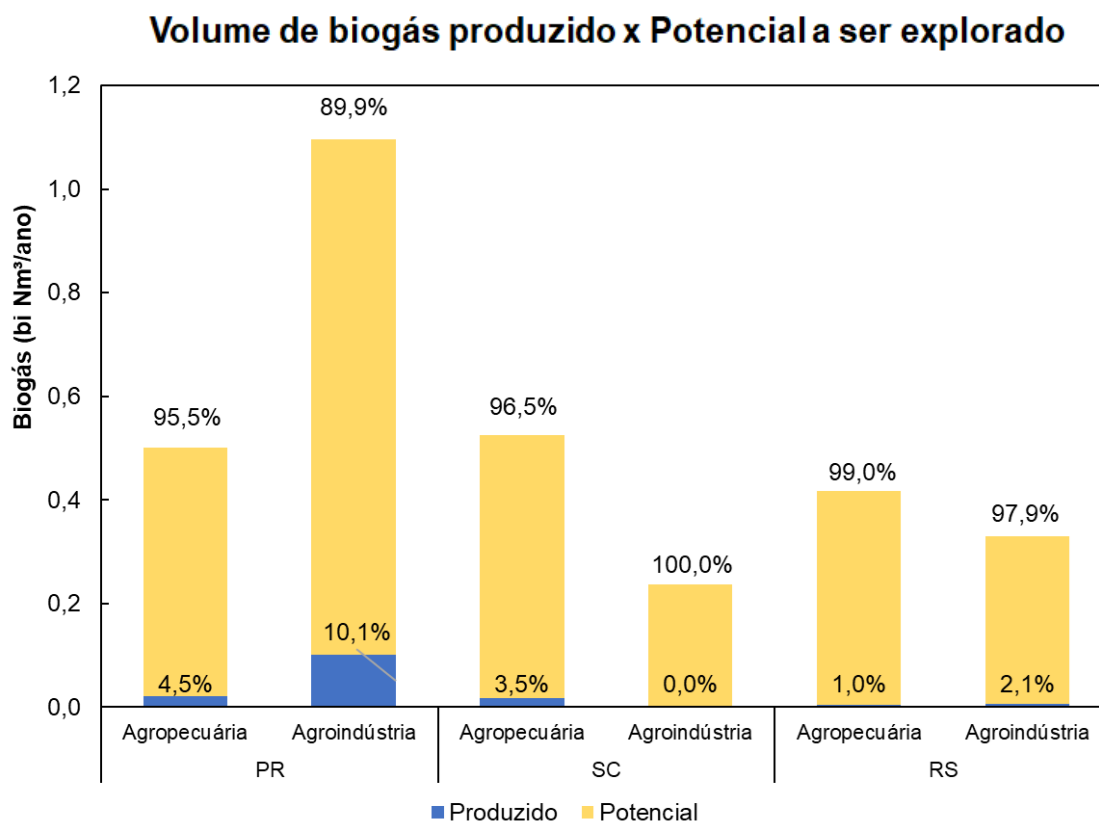


Figura 3: Aproveitamento e potencial por segmento e estado.

Entre os estados sul brasileiros Santa Catarina realiza o menor aproveitamento do potencial no setor agroindustrial, segundo registro do Biogasmapp, porém é o segundo estado com maior aproveitamento do biogás produzido a partir de resíduos agropecuários. Este cenário no estado decorre em grande parte pela oferta e disponibilidade de tecnologias para tratamento por meio de biodigestores e ampla aceitação por parte dos produtores como forma de tratamento ambiental.

3. Biogás no contexto nacional e sua projeção de crescimento no Sul do Brasil

No início da década de 2000, em razão do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) estipulado pelo Protocolo de Quioto, que possibilitou a criação de um mercado de compra e venda de créditos de carbono entre os países signatários do protocolo, diversas empresas do país, principalmente nos estados de Santa Catarina e Paraná, passaram a comercializar biodigestores como forma de obtenção das chamadas Reduções Certificadas de Emissões (RCEs).

Os créditos eram obtidos por meio da queima do biogás em *flares*² nas propriedades rurais. A entrada em vigor do Acordo de Paris, firmado em 2015, e o fim do período de compromisso do Protocolo de Quioto, coincidiu com a pouca atratividade dos projetos de MDL. Grande parte dos projetos existentes no Brasil passaram a apresentar insucesso e/ou descontinuidade no aproveitamento do biogás. No entanto, alguns produtores e segmentos apostaram em seu potencial energético por perceberem uma oportunidade de novos negócios, geração de receita e de economia energética.

As unidades produtoras de biogás em operação no sul do Brasil, que realizam seu aproveitamento energético, cresceram a uma taxa média de 21% a.a. entre 2015 e 2019. Somente entre 2018 e 2019, houve um aumento de 23% no número de novas plantas em operação. O mesmo avanço pode ser observado no volume de biogás aproveitado, que entre 2018 e 2019 contou com um crescimento de 13%.

Seguindo a tendência de crescimento dos anos subsequentes, foi elaborada uma estimativa de expansão do setor na região para os próximos dez anos a partir do modelo de Holt-Winters (Suavização Exponencial Tripla), considerando três cenários distintos, classificados como conservador (crescimento médio de 7% a.a.), moderado (crescimento médio de 11% a.a.) e otimista (média de 13% a.a.), apresentado na Figura 4.

² Equipamento responsável por queimar o biogás quando não utilizado para produção de energia.

Projeção de crescimento para plantas com produção de biogás - sul do Brasil

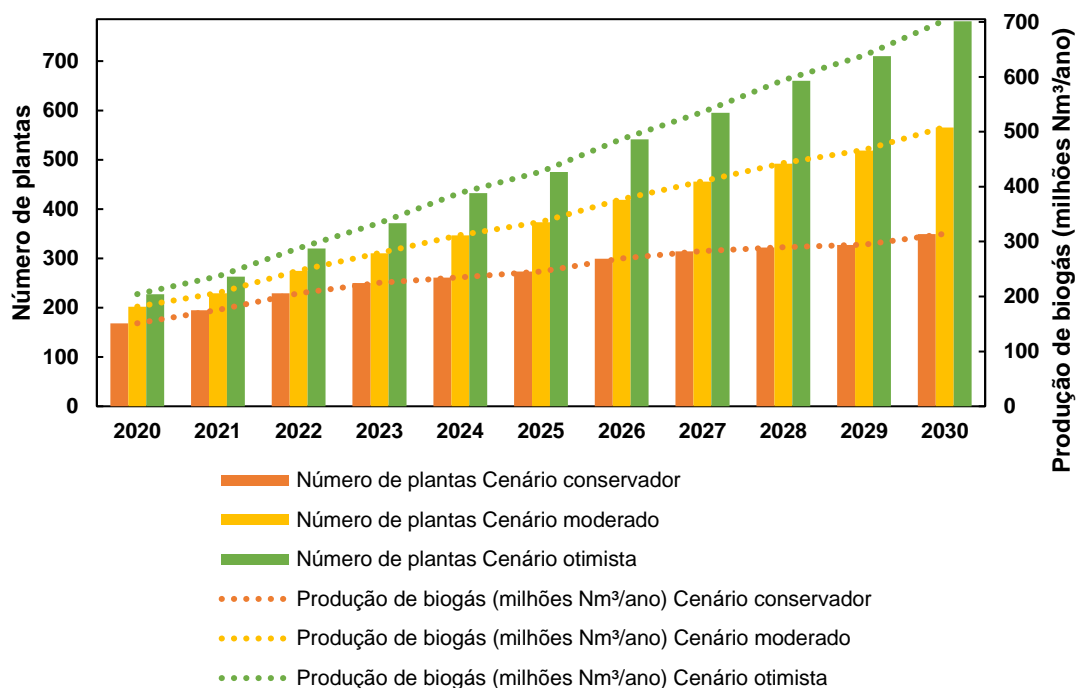


Figura 4: Estimativa de crescimento da produção de biogás e plantas em operação no sul do Brasil.

O cenário moderado segue a linha de tendência de crescimento atual de unidades produtoras de biogás, sendo os cenários conservador e otimista uma variação média de 2 e 4% a.a. (para mais e para menos respectivamente) na expectativa de crescimento.

O cenário conservador indica uma adesão de 183 novas plantas de biogás até 2030 com uma produção de 314 milhões de Nm³/ano de biogás. O cenário moderado prevê 565 unidades produtoras de biogás em operação no sul do Brasil até o ano de 2030, produzindo cerca de 509 milhões de Nm³/ano de biogás (cerca de 17% do potencial atual). Já o cenário mais otimista destaca um total de 781 plantas de biogás até 2030, com uma produção de biogás de 703 milhões Nm³/ano (em torno de 24% do potencial atual).

Considerando a continuidade de crescimento dos últimos anos, a expectativa é que o cenário moderado seja a realidade para os próximos 10 anos no Sul do Brasil. É fato que a vigência de novas políticas públicas e subsídios, ou até mesmo sua não adoção podem impactar nos cenários.

3.1 Geração de energia elétrica

Segundo dados do Biogasmap, 68% das plantas em operação no Sul fazem uso do biogás na forma de energia elétrica, consumindo cerca de 155 milhões Nm³/ano, totalizando uma potência instalada aproximada de 41,5 MWe. A Figura 5, apresenta a perspectiva de crescimento para plantas que utilizam o biogás para geração de energia elétrica e a estimativa de monetização para os próximos dez anos.

A análise inclui a projeção para diferentes cenários (segundo o modelo de Holt-Winters), sendo que, o cenário moderado segue a linha de tendência de crescimento atual do uso do biogás na produção de energia elétrica (média de 13% a.a.), já para os cenários conservador e otimista, foi adotada uma variação de 3 e 5% a.a. (para mais e para menos respectivamente) na expectativa de crescimento.

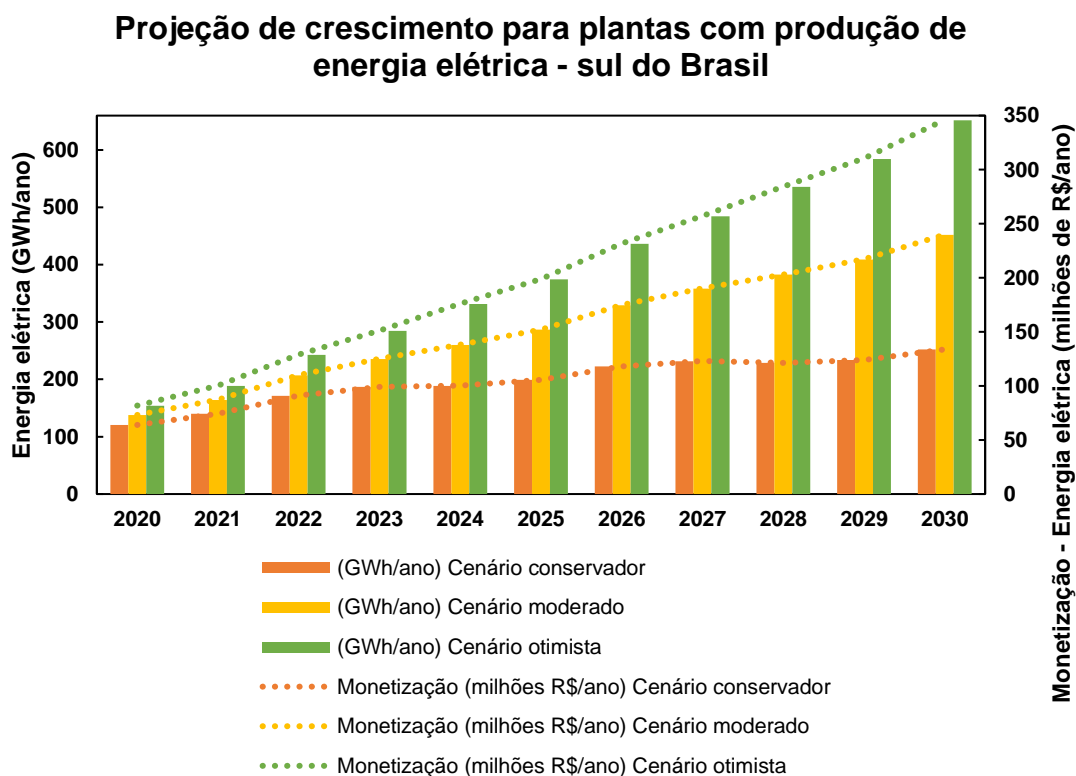


Figura 5: Estimativa de crescimento para plantas com produção de energia elétrica no sul do Brasil.

Panorama e potencial de crescimento da produção de biogás e biometano no Sul do Brasil

O cenário conservador, com uma perspectiva de crescimento médio do setor de 8% a.a., indica uma oportunidade de produção de 252 GWh/ano de energia elétrica a partir de novas plantas de biogás, podendo **gerar uma monetização de R\$ 134 milhões³ por ano**. O cenário moderado (crescimento médio do setor de 13% a.a.) propõe uma produção de 452 GWh/ano de energia elétrica até 2030, com monetização de **R\$ 240 milhões/ano**. Já o cenário mais otimista, que destaca um crescimento médio de 16% a.a., prevê uma produção de 652 GWh/ano de energia elétrica até 2030, com monetização de **R\$ 346 milhões**.

Como destacado anteriormente, plantas que utilizam o biogás para geração de energia elétrica representam o maior montante em relação às demais possibilidades de aplicação do biogás. Estima-se que às resoluções normativas (que incentivam esta modalidade), diversos arranjos tecnológicos já disponíveis no mercado que viabilizam unidades produtoras de biogás, gerando energia elétrica nos mais diversos portes de produção sejam os principais responsáveis por este cenário. Deve-se destacar ainda a baixa complexidade desta aplicação, permitindo que produtores exerçam a operação do sistema, dispensando a contratação de mão-de-obra especializada, e por fim o aumento significativo de fornecedores que apoiam a cadeia em serviços de pós venda, manutenção e operação (quando necessário).

Espera-se que para os próximos anos, o uso do biogás como fonte de energia elétrica continue crescente (seguindo a tendência do cenário moderado), com uma expectativa de produção equivalente a 5% do consumo energia do setor rural do sul do Brasil. Ressalta-se que o cenário projetado se respalda na conjuntura atual estabelecida para inserção de geração distribuída no Brasil, podendo ao longo dos anos ser alterada e impactada a inserção dos projetos, já que a Resolução Normativa nº 482/2012 (principal mecanismo impulsionador de projetos de geração de energia elétrica distribuídos) está em processo de aprimoramento.

³ Valor do kWh médio da região sul = R\$ 0,531.

Disponível em <https://www.aneel.gov.br/relatorio-ranking-tarifas>, acesso em 31/08/2020.

O valor não considera a variação do preço da energia nos anos de análise.

3.2 Produção de biometano

O uso do biometano ocorre em 5 plantas na região Sul, as quais utilizam o biogás proveniente de agroindústrias e agropecuária para purificação e produção de biometano em conjunto com outras aplicações energéticas, como por exemplo geração de energia elétrica, sendo que apenas uma delas realiza produção exclusiva de biometano.

A Figura 6 indica a perspectiva de crescimento (em diferentes cenários) para plantas que utilizam o biogás e o purificam para biometano (projeção realizada a partir do modelo de Holt-Winters) e a estimativa de monetização para os próximos dez anos considerando a substituição do óleo diesel.

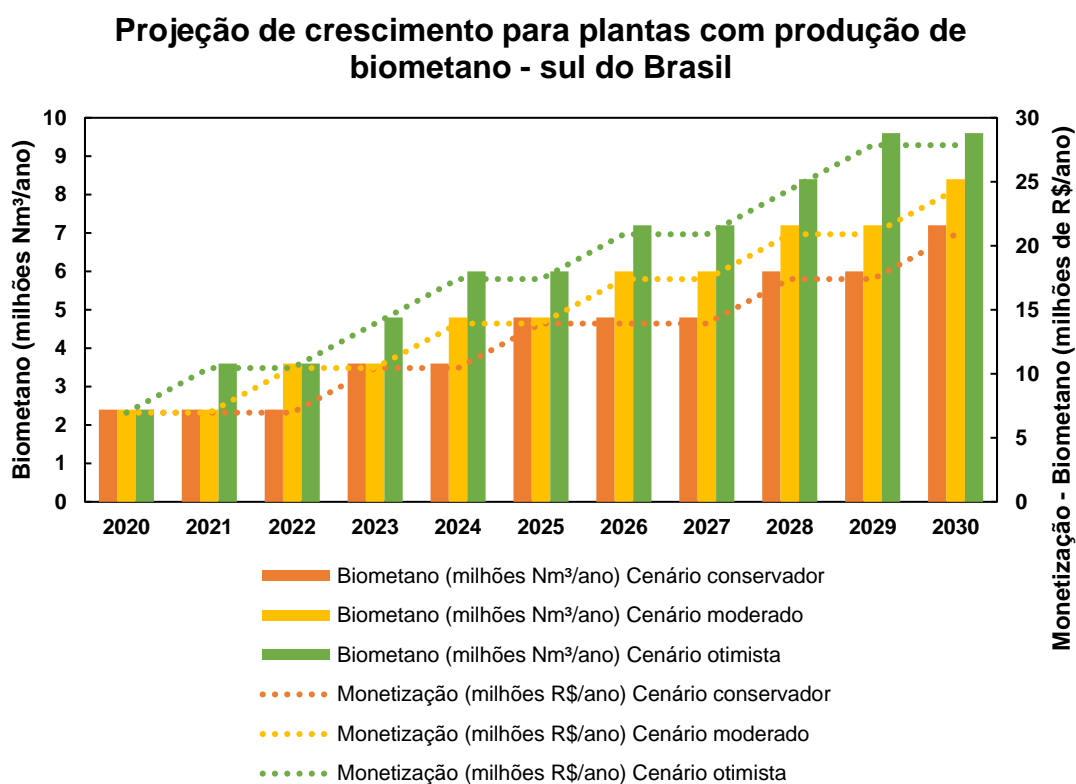


Figura 6: Estimativa de crescimento para plantas com produção de biometano no sul do Brasil.

Na análise de projeção, o cenário moderado indica um crescimento médio de 15% a.a. (seguindo a linha de tendência de crescimento atual) para unidades produtoras de biogás que produzem biometano. Já os cenários conservador e

Panorama e potencial de crescimento da produção de biogás e biometano no Sul do Brasil

otimista, apontam uma variação de 1 e 2% a.a. (para mais e para menos respectivamente) na expectativa de crescimento.

O cenário conservador (crescimento médio de 13% a.a.) pressupõe uma produção de 7 milhões Nm³/ano de biometano até 2030, com **economia de R\$ 21 milhões⁴ na substituição de diesel**. A média de crescimento de 15% a.a. (cenário moderado), indica uma produção de 8 milhões de Nm³/ano de biometano no ano de 2030, com monetização de **R\$ 24 milhões**. O cenário otimista (crescimento médio de 16% a.a.) prevê uma produção de 10 milhões Nm³/ano de biometano em 2030 e economia de **R\$ 28 milhões da aquisição de diesel a partir da substituição por biometano**.

Considerando que unidades com produção de biometano (como fonte primária de uso do biogás) cresçam em média cerca de 15% a.a. (cenário moderado) a partir de medidas de incentivo e desenvolvimento de novas tecnologias que tornem o arranjo mais acessível financeiramente, espera-se para o ano de 2030 produzir biometano suficiente gerar uma economia de **R\$ 21,4 milhões utilizados na aquisição de combustíveis como o GNV⁵**.

A Política Nacional de Biocombustíveis - RenovaBio, poderá contribuir com o aquecimento deste mercado e alcance dos cenários criados, uma vez que a proposta visa estimular combustíveis de menor emissão de CO₂, abrindo um caminho otimista para o biogás/biometano, no mercado de comercialização de Créditos de Descarbonização (CBios).

3.3 Energia térmica

Dentre as aplicações do biogás, pode-se considerar que o aproveitamento térmico é o uso de menor complexidade, isso pelo fato de substituir diretamente biomassas como: lenha, cavaco e/ou GLP em processos térmicos, sem a

⁴ Preço médio do óleo diesel na região sul R\$ 3,34 / litro.

Referência: Anuário estatístico 2019 - ANP. Disponível em <http://dados.gov.br/>
O valor não considera a variação do preço do combustível nos anos de análise

⁵ Preço médio do GNV na região sul R\$ 2,67 / m³. O valor não considera a variação do preço do combustível nos anos de análise.

Fonte: Anuário estatístico 2019 - ANP. Disponível em <http://dados.gov.br/>

Panorama e potencial de crescimento da produção de biogás e biometano no Sul do Brasil

exigência de tecnologias de purificação e custos de investimento e operação elevados. Segundo dados do Biogasmapp (2019), 30% das plantas em operação no Sul do Brasil utilizam o biogás para produção de energia térmica.

Para avaliar uma projeção de crescimento desta aplicação e seu impacto financeiro, estruturou-se a Figura 7, a qual demonstra uma projeção de crescimento de plantas (elaborado a partir do modelo de Holt-Winters) que utilizam energia térmica a partir do biogás para os próximos dez anos.

Projeção de crescimento para plantas com produção de energia térmica - sul do Brasil

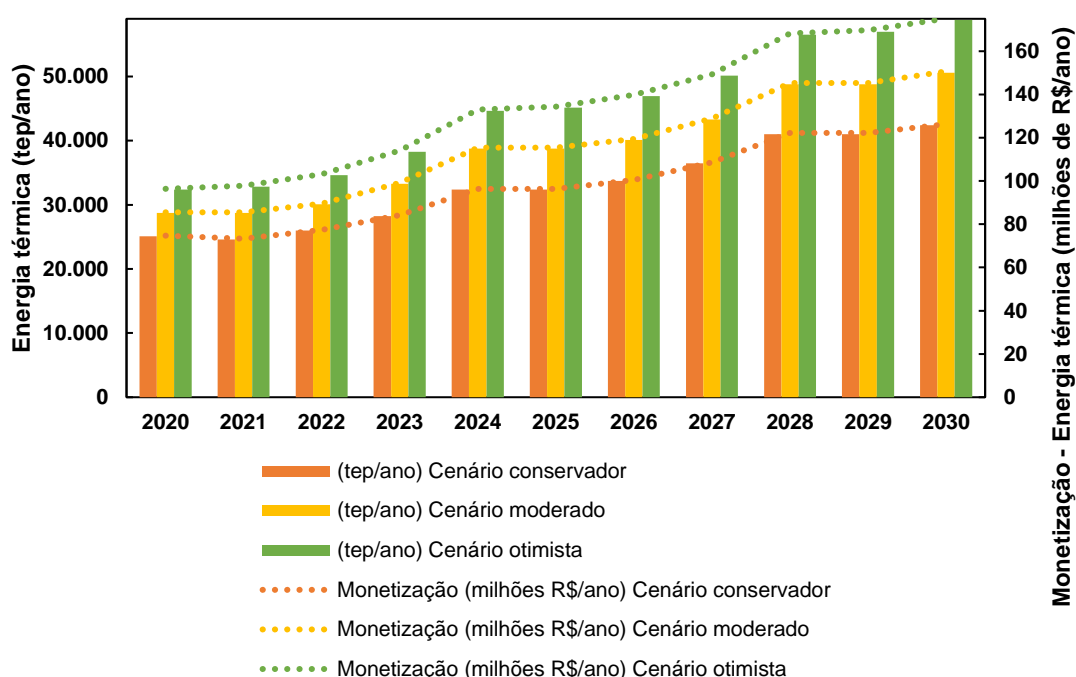


Figura 7: Estimativa de crescimento para plantas com produção de energia térmica no sul do Brasil.

Foram considerados três cenários distintos, classificados como moderado (crescimento médio de 6% a.a.) seguindo a tendência de crescimento atual de plantas com aplicação térmica do biogás no sul do Brasil, conservador (crescimento médio de 5% a.a.) e otimista (média de 7% a.a.) que representam uma variação de 1% a.a. (para mais e para menos respectivamente) na expectativa de crescimento.

Panorama e potencial de crescimento da produção de biogás e biometano no Sul do Brasil

O cenário conservador (com expansão do setor em 5% a.a.) prevê uma produção de 42.389 tep/ano até 2030 a partir do uso de biogás para geração de energia térmica, com uma monetização de **R\$ 126 milhões⁶ em função da substituição do GLP**. O cenário moderado, que pressupõe um crescimento de 6% a.a., indica uma geração de 50.594 tep/ano até 2030 empregados como energia térmica em unidades produtoras de biogás no sul do Brasil, com economia de **R\$ 151 milhões da aquisição de GLP**. Já o cenário otimista (7% a.a.) indica uma expansão do setor com possibilidade de geração de 58.798 tep/ano, com monetização de até **R\$ 175 milhões (substituição do GLP)**.

A energia térmica, segunda aplicação mais comum para o biogás na região sul do Brasil, é uma alternativa atrativa para unidades de todos os portes, tanto para as de pequeno porte (com baixa produção de biogás) ou de grande porte, que possuem alta demanda desta fonte na planta (como em caldeiras por exemplo).

O uso do biogás nesta modalidade tende a crescer à medida que novos arranjos para unidades produtoras de biogás sejam desenvolvidos possibilitando sua aplicação nos mais diversos portes de empreendimentos. Para os próximos dez anos, seguindo a tendência do cenário moderado, é esperada uma redução de 229 mil ton./ano de consumo de lenha ou de 53 mil ton./ano de GLP a partir do uso do biogás.

4. Oportunidades de arranjos para biogás

A versatilidade do biogás, confere a ele inúmeras possibilidades de aplicações energéticas, e com isto, distintas modalidades de arranjo. Nesta sessão serão apresentadas algumas possibilidades relacionadas a integração de biomassa e biogás. Uma vez que o Sul do Brasil se destaca pelo elevado número de pequenas propriedade distribuídas pelo território, arranjos contemplando a integração tornam-se alternativas interessantes para o segmento.

⁶ Preço médio GLP na região sul em 07/2020 = R\$ 51,94, Unidade de medida = R\$ / 13 kg
Informação disponível em <http://dados.gov.br/>

Vale destacar, que este modelos não se restringe aos pequenos produtores, podem ser adotados de forma estratégica para médios e grandes produtores.

4.1 Centrais de bioenergia

As centrais de bioenergia, constituem-se por centrais de biomassa com geração e aproveitamento de bioenergia, neste caso o biogás. Este conceito engloba a logística associada com a recolha, entrega e armazenamento de matéria-prima, sistema de biodigestão, equipamentos para aproveitamento energético do biogás e sistema para armazenamento, processamento e disposição final do digestato.

Em linhas gerais, a orientação de boas práticas é que essas centrais se mantenham afastadas de aglomerações para evitar eventuais emissões de poluentes e mau cheiro, porém, a determinação de sua localização se dá por meio de análises técnicas e identificação de potenciais fontes de produção de biogás que encontrem-se alocadas em um raio adequado, contribuindo com a logística da biomassa.

O Sul do Brasil, assim como todo o país, possui vasta extensão territorial, sendo o potencial e produção de biogás disperso por toda a localidade. Frente a esta realidade, estruturou-se a Figura 8, que expressa as regiões com maior densidade de potencial de produção de biogás por área territorial ($\text{Nm}^3/\text{ano de biogás por km}^2$), com o objetivo de elencar áreas de interesse para o desenvolvimento deste tipo de arranjo.

Panorama e potencial de crescimento da produção de biogás e biometano no Sul do Brasil

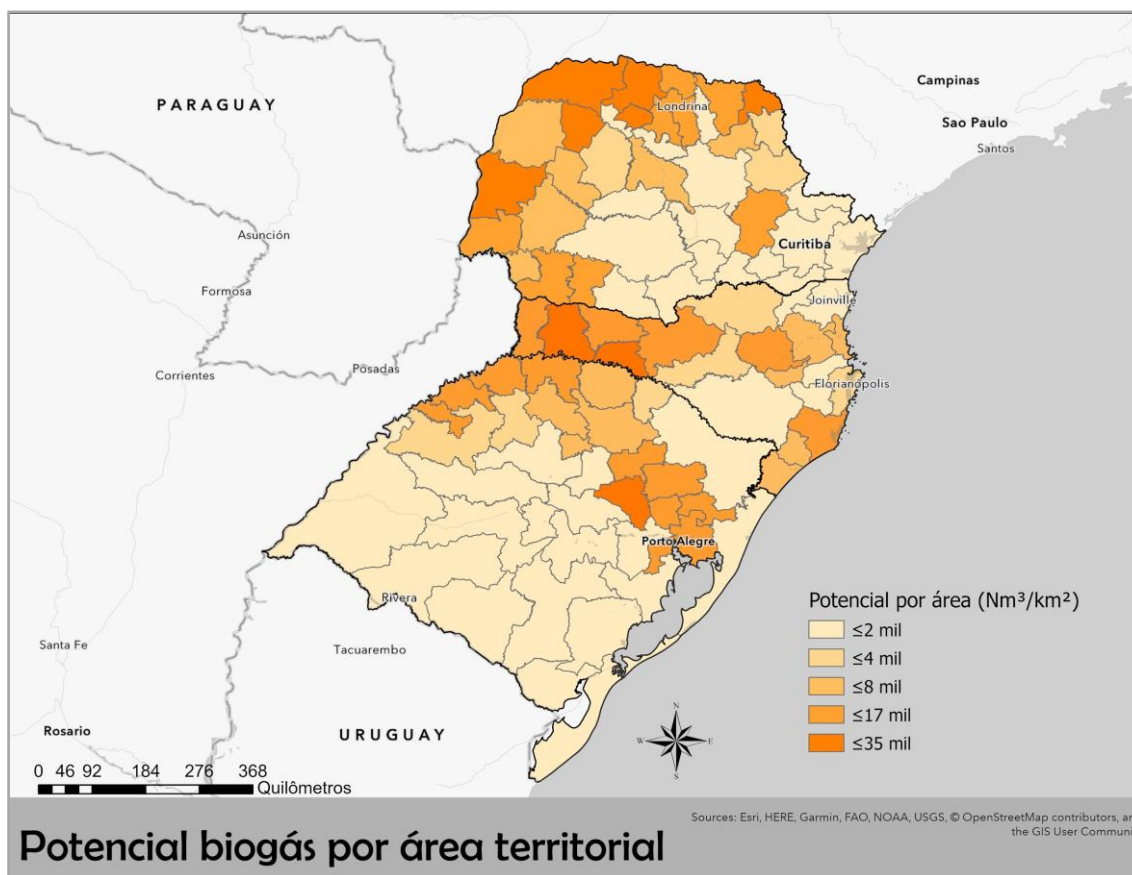


Figura 8: Potencial por km² anual nas microrregiões do sul do Brasil

As microrregiões de Concórdia – SC, Cianorte – PR e Lajeado-Estrela – RS possuem uma relação de 35 mil Nm³/km² de biogás/km², 30,7 mil Nm³/km² e 26,4 mil Nm³/km², respectivamente por ano, destacando-se das demais microrregiões do Sul do país. Alguns fatores contribuem para que isto ocorra, entre eles destacam-se as atividades econômicas desenvolvidas nestas microrregiões, concentradas em uma pequena extensão territorial. A presença de grandes indústrias de alimentos, contribui para o desenvolvimento da agropecuária na região, principalmente a criação de suínos e aves para abate.

Neste cenário, visando identificar possíveis áreas favoráveis para desenvolvimento de centrais de bioenergia, foi realizada a identificação de *clusters* a partir de análise de *Hot Spot* (Figura 9).

Panorama e potencial de crescimento da produção de biogás e biometano no Sul do Brasil

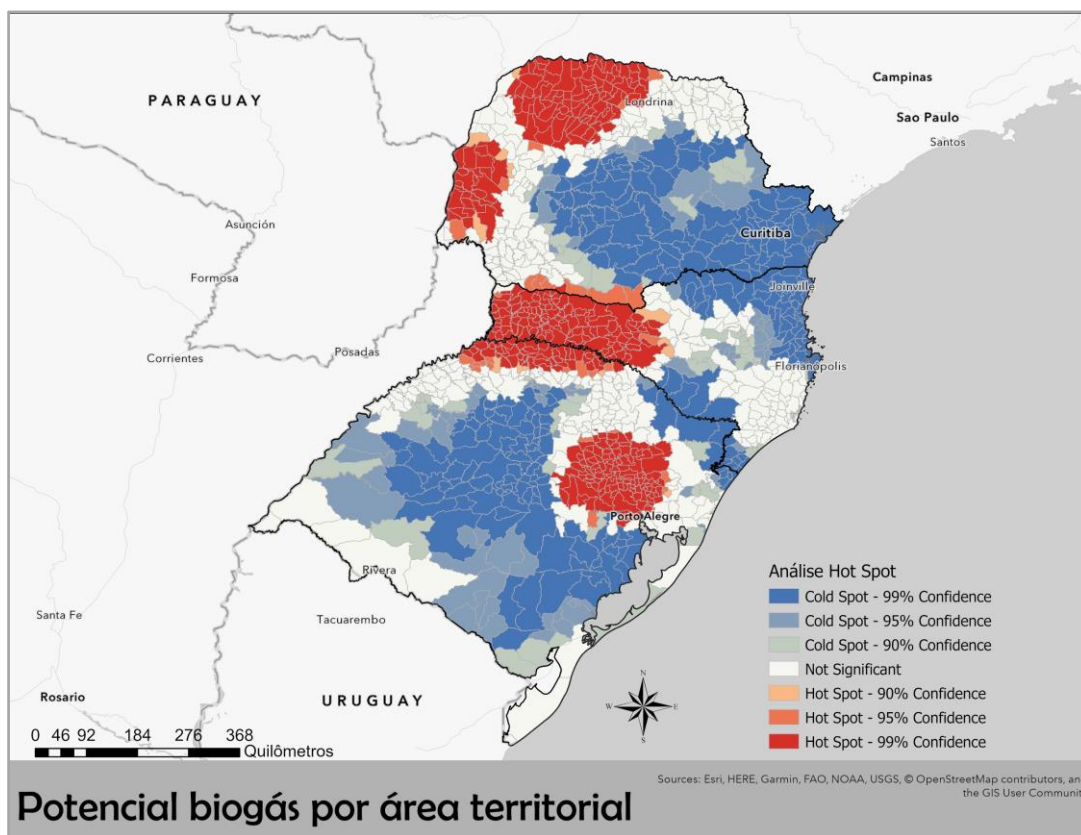


Figura 9: Análise de *Hot Spots*⁷: Potencial de produção de biogás por área territorial (Nm^3/km^2).

As regiões indicadas por *clusters* de escala vermelha evidenciam um agrupamento significativo de municípios com um alto potencial de produção de biogás por quilômetro quadrado, que pode ser um indicador favorável ao desenvolvimento de centrais de bioenergia. Já os *clusters* de escala azul, indicam um agrupamento significativo de municípios, porém com baixo potencial de produção de biogás por quilômetro quadrado⁸.

As mesorregiões oeste paranaense e catarinense, indicam um agrupamento interessante com alto potencial de produção de biogás (como expresso na Figura 9). Neste sentido, é importante destacar que o sul do Brasil se destaca pelo pioneirismo em aderir a modelos de centrais de bioenergia e condomínios de agroenergia, os quais visam a integração de biomassa e biogás.

⁷ A definição de locais para desenvolvimento de centrais de bioenergia é fundamentada em diversos estudos específicos, sendo a análise de Hot Spot uma ferramenta complementar para a exposição de cenários e tomada de decisão

⁸ Estudos mais detalhados (locais específicos) podem indicar áreas favoráveis para o desenvolvimento de centrais de bioenergia em todo o sul do Brasil, incluindo em áreas com baixo potencial por área territorial. A análise realizada apenas indica áreas com maior probabilidade de arranjos viáveis tecnicamente a partir de uma avaliação preliminar de todo o território da região sul.

Panorama e potencial de crescimento da produção de biogás e biometano no Sul do Brasil

O Condomínio de Agroenergia Ajuricaba (localizado no oeste paranaense), Condomínio Itapiranga – em implantação (oeste catarinense) e o Projeto de Entre Rios do Oeste (oeste paranaense), são modelos que exemplificam as oportunidades para arranjos coletivos.



Case - Projeto Entre Rios do Oeste

O Projeto de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D - ANEEL) denominado ***Arranjo Técnico e Comercial de Geração Distribuída de Energia Elétrica a partir de Biomassa Residual da Suinocultura em Propriedades Rurais no Município de Entre Rios do Oeste do Paraná*** (Figura 10), em operação na região oeste paranaense no município de Entre Rios do Oeste e patrocinado pela Companhia Paranaense de Energia (COPEL), prevê o aproveitamento energético do biogás produzido coletivamente a partir da biomassa oriunda da suinocultura – que é a atividade econômica predominante no município – de 18 propriedades locais para a geração de energia elétrica.

Panorama e potencial de crescimento da produção de biogás e biometano no Sul do Brasil

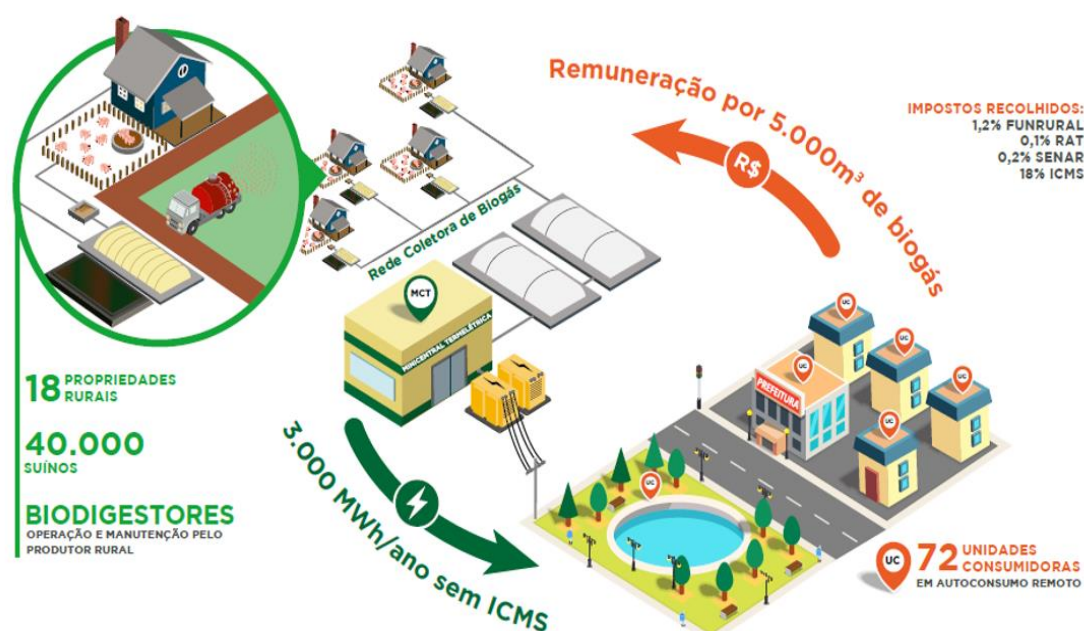


Figura 10: Arranjo Projeto Entre Rios do Oeste
Fonte: Stilpen, et. al, 2019.

Este modelo de projeto considera a integração de biogás produzido em propriedades de médio porte. Cada uma das 18 unidades possui um biodigestor para a conversão da matéria orgânica presente nos dejetos suínos em biogás. Este por sua vez, é transportado por uma rede subterrânea de gás de 22 km, até uma central de bioenergia denominada Minicentral Termelétrica, onde é convertido por dois grupos motores geradores de 240 kW em energia elétrica. Mensalmente são gerados aproximadamente 250 MWh de energia.

Toda energia gerada é utilizada para compensar a demanda dos prédios públicos do município, totalizando 66 unidades. O valor evitado nas tarifas de energia passa a remunerar os produtores pela venda de biogás, este valor varia de acordo com o porte de cada produtor – grandes produtores podem receber em média até R\$ 5.000,00 por mês.

Este modelo de negócio foi pioneiro no Brasil, resultando no atendimento a leis ambientais (para o tratamento adequado dos efluentes gerados), nova opção de renda para os produtores rurais (com o biogás) e aproveitamento do digestato conferindo neste sentido, uma redução nos custos com condicionadores do solo, para as áreas agricultáveis.

4.2 Aproveitamento de CO₂

O dióxido de carbono (CO₂) é o segundo elemento com maior concentração no biogás e assim como o metano, pode se tornar um insumo valorizado em processos industriais. O sul do Brasil tem potencial de recuperação de 273 milhões m³/ano de CO₂ (com grau de pureza de 99%) a partir do potencial de produção de 733 mi Nm³/ano de biogás das agroindústrias (laticínios, cervejarias e abatedouros) considerando um teor de 40% de CO₂ no biogás. A Figura 11 apresenta a distribuição do potencial de recuperação de CO₂ para os estados da região sul do Brasil.

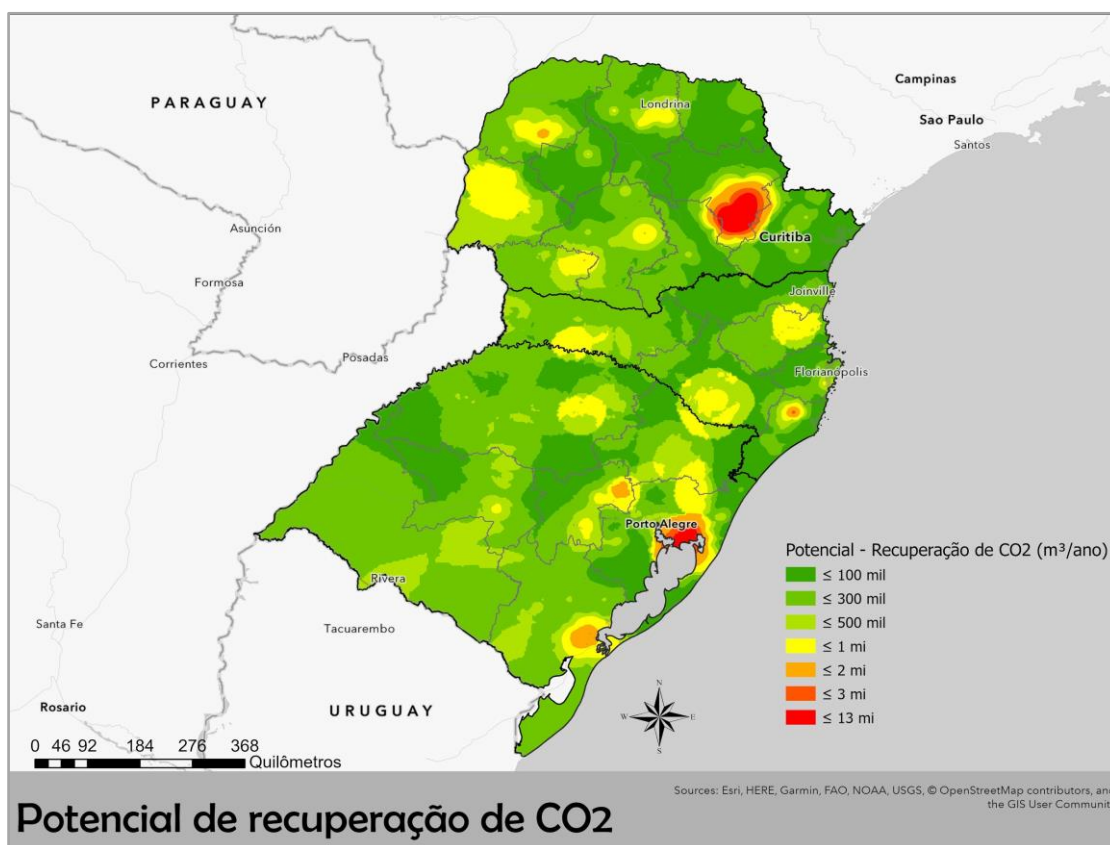


Figura 11: Potencial de recuperação de CO₂ para o sul do Brasil.

O dióxido de carbono pode ser utilizado em diversas aplicações industriais, como insensibilização de animais em abatedouros e frigoríficos, refrigeração industrial, extintores de incêndio, aplicações em indústrias de alimentos e bebidas (CO₂ em grau alimentício), dentre outros.

Panorama e potencial de crescimento da produção de biogás e biometano no Sul do Brasil

Ao avaliar o potencial de produção de biogás de abatedouros do sul do Brasil e considerar a recuperação de CO₂, seria possível destinar, 128,6 mi m³CO₂/ano para insensibilização de aves e 84,2 mi m³CO₂/ano para insensibilização de suínos.

Além do mais, considerando o **potencial de recuperação de CO₂ das agroindústrias da região sul do país a partir do biogás, seria possível gerar uma receita de R\$ 163,8 milhões⁹ com perspectiva de até R\$ 920 milhões em 2030**. Neste contexto, a utilização de CO₂ é caracterizada como uma oportunidade de geração de receita adicional e/ou custo evitado em processos produtivos agroindustriais.

5. Biogás e as emissões de gases do efeito estufa

O processo de digestão anaeróbia com captação e uso energético do biogás é comprovadamente uma tecnologia que auxilia na redução das emissões de GEE, o que vem de encontro ao compromisso de redução de emissões brasileiro, firmado em 2015 com o Acordo de Paris. A meta estabeleceu uma redução de 37% até 2025 e 43% até 2030, sobre os níveis de 2005, para ajudar a conter o aquecimento global. Cada estado da Federação contribui com o mesmo percentual de redução.

Os três estados da região sul emitiram quase 200 milhões tCO₂e em 2018 respondendo por 10,3% das emissões nacionais. No Brasil, as emissões relativas aos setores da agropecuária e energia – que abrange a queima de combustíveis fósseis, especialmente para geração de eletricidade e calor, transporte, fabricação e consumo – equivalem a 46% do total emitido de GEE. Na região sul, no entanto, apenas as emissões relativas às atividades de produção e uso de energia representam 33% do total emitido enquanto as do setor agropecuário correspondem a 48% do total, conforme Figura 12 (SEEG, 2020).

⁹ 1 m³ CO₂ (1 bar e 15°C) = 1,848 kg CO₂ | 1 kg CO₂ = R\$ 0,60 (Santos et al., 2012)
O valor não considera a variação do preço do CO₂ nos anos de análise.

Panorama e potencial de crescimento da produção de biogás e biometano no Sul do Brasil

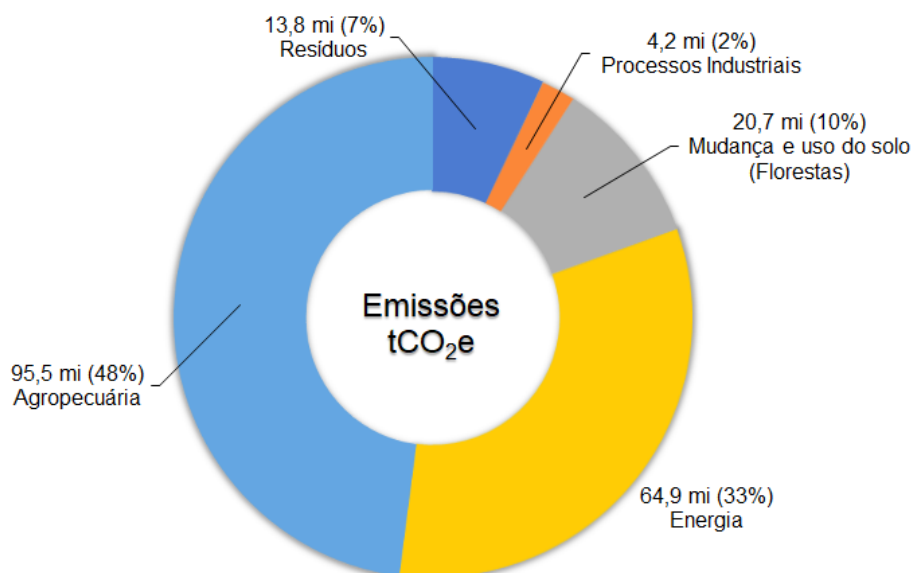


Figura 12: Emissão de GEE na região Sul do Brasil por setor.

Fonte: Adaptado de SEEG, 2020.

No que tange as emissões de GEE mitigadas na região Sul do Brasil (Figura 13), pelo uso de biodigestores para o tratamento de resíduos orgânicos, as agroindústrias foram responsáveis por 71% da atenuação, contabilizando em 2019 uma redução de cerca de 1,0 mi tCO₂e. Apesar da captura e queima do metano oriundo do agronegócio, apenas 0,5% do total das emissões de GEE do setor agropecuário – que é de cerca de 95,5 mi tCO₂e – foi mitigado pelas plantas instaladas e em operação na região sul.

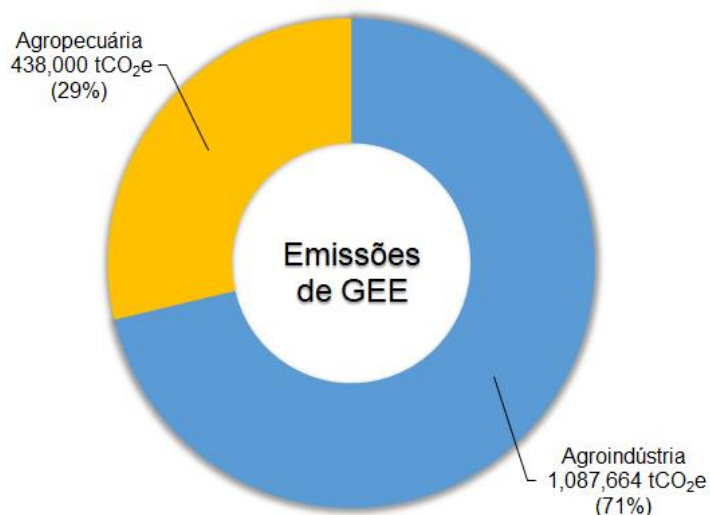


Figura 13: Emissões de gases do efeito estufa mitigadas em 2019 - Sul do Brasil.

Panorama e potencial de crescimento da produção de biogás e biometano no Sul do Brasil

Seguindo a tendência de expansão do setor para os próximos dez anos, tendo em vista o papel que o biogás desempenha na redução de GEE por meio da captura do metano e seu aproveitamento energético, e considerando três cenários de crescimento distintos a partir do modelo de Holt-Winters, classificados como conservador (crescimento médio de 7% a.a.), moderado (crescimento médio de 11% a.a.) e otimista (média de 13% a.a.), estruturou-se a Figura 14 que expressa como o aumento no número de plantas de produção e uso do biogás na Região Sul está diretamente relacionado ao volume de emissões mitigadas, em tCO₂e.

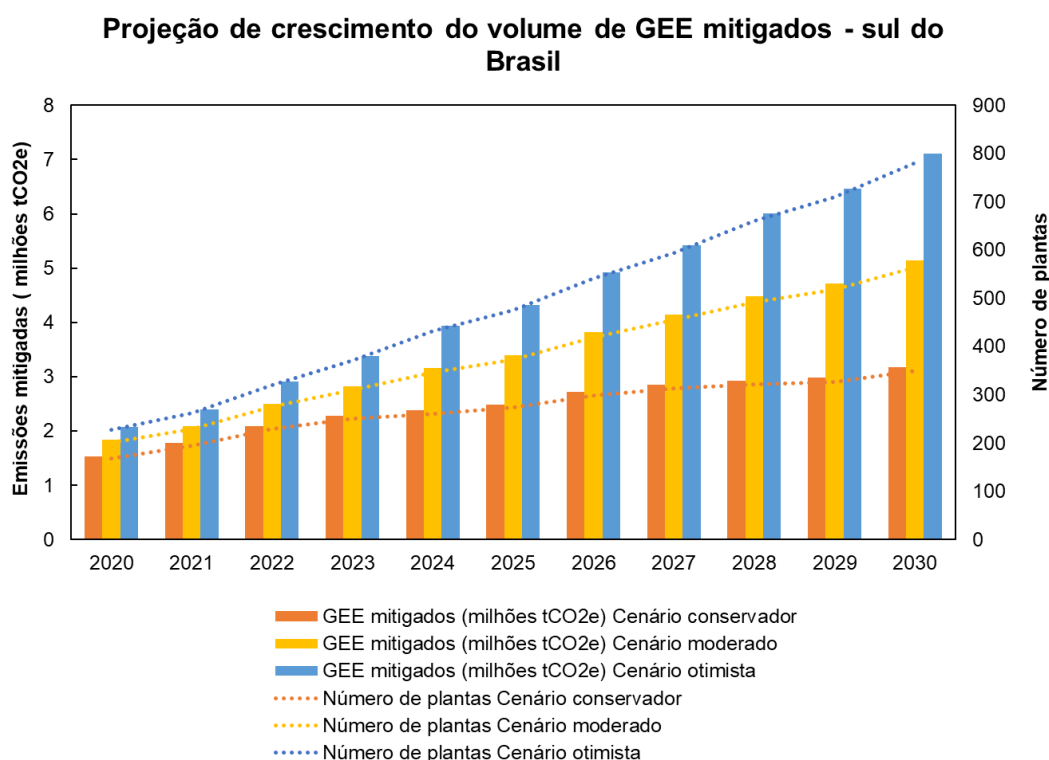


Figura 14: Estimativa de crescimento do volume de GEE mitigados - Sul do Brasil.

O cenário conservador projeta um crescimento de 108% no número de plantas no final de 2030, evitando o lançamento de 3,2 milhões de toneladas de CO₂e na atmosfera. Isso equivale ao plantio de aproximadamente 39 mil árvores em uma área de 23 ha. Em um cenário moderado, deixa-se de emitir mais de 5,1 milhões de toneladas de CO₂e enquanto o número de plantas aumenta 236% em 10 anos. Já considerando um cenário

otimista tem-se um aumento de 365% no número de novas plantas com relação a 2020, capazes de mitigar cerca de 7 mi tCO₂e, correspondendo ao plantio de quase 88 mil árvores nativas da Mata Atlântica em uma área equivalente a 7 gramados de futebol¹⁰.

Investir em biogás é uma maneira das empresas compensarem suas emissões de carbono que não podem ser reduzidas, ou seja, quando a atividade produtiva gera pouco ou nenhum resíduo biodegradável, quando não há tecnologia e logística disponíveis ou estas se apresentam economicamente inviáveis, neutralizar emissões de carbono investindo em empreendimentos de geração de biogás torna-se uma alternativa atrativa e viável.

6. Mecanismos para destravar o potencial de biogás

Nos últimos 3 anos, o setor de biogás apresentou um crescimento médio de 23%, no sul do Brasil, o qual gera expectativas similares para o futuro. A partir de análises apresentadas ao longo deste documento, pode-se identificar como o biogás, por meio de suas aplicações energéticas, já impacta e poderá impactar ainda mais nos âmbitos financeiro e ambiental.

É de conhecimento comum a importância e necessidade de implementação de políticas públicas que influenciem e que possam contribuir para a atratividade de novos projetos. Dentre alguns fatores “responsáveis” por destravar o potencial de biogás estão as regulações – resoluções normativas, marcos legais – os quais assumem protagonismo nesta ação.

A Resolução Normativa nº 482/2012¹¹ é um claro exemplo neste aspecto. Por meio desta, inúmeros projetos visando aplicação do biogás para geração de energia elétrica foram viabilizados. Como resultado tem-se a eletricidade como principal aplicação energética no Brasil, sendo adotada em 86% das plantas em operação no país. No Sul do país, cerca de 31% das plantas de biogás associadas a aplicabilidade de geração de energia elétrica, se enquadram no modelo disponibilizado pela



¹⁰ Considerando um gramado de 105 m x 68 m.

¹¹ [Resolução Normativa nº 482, de 17 de abril de 2012 - ANEEL.](#)

Panorama e potencial de crescimento da produção de biogás e biometano no Sul do Brasil

Resolução Normativa nº 482/2012 - o sistema de compensação de energia elétrica. Por meio deste mecanismo, o processo para inserção de geradores de pequeno porte à biogás foi impulsionado, diante da simplicidade e facilidade na implementação.

Em relação aos avanços com o biometano as resoluções em vigor, ANP nº 8/2015¹² e ANP nº 685/2017¹³, foram fundamentais para o reconhecimento do biocombustível gasoso como **análogo ao gás natural**, ampliando seu espectro de aplicações e determinando as especificações mínimas de uso. Atualmente, vêm sendo discutidas importantes reformas - a **Lei do Gás** é uma delas. Esta proposta, que preza pela abertura do mercado de gás natural, tem por objetivo fomentar a competitividade no mercado, aumentar o volume de produção e consumo, diminuir custos e aumentar os investimentos do *upstream* e *downstream*.

Tais medidas são fundamentais para contribuir no aumento da oferta de gás no interior dos estados (distante do litoral, ou seja, distante dos gasodutos de gás natural). Isso torna o biometano uma alternativa atrativa de negócio por suas características permitirem sua produção de forma descentralizada e ser considerado um produto da exploração de combustível em campo *onshore* (em terra). E por fim, ser capaz de garantir no curto prazo o suprimento da demanda diante de um mercado consumidor crescente e diminuir a necessidade de importação de gás natural – cotado em dólar.

Outra resolução proposta que apoia o biometano, é a Política Nacional de Biocombustíveis - **RenovaBio**, a qual visa incentivar a produção de todos os biocombustíveis, inclusive o biometano. A política, busca ampliar a eficiência produtiva e garantir aos consumidores preço, qualidade e oferta dos produtos, sinalizando de forma contundente o impacto positivo que pode causar a unidades como usinas de médio e grande porte, que venham a produzir e comercializar o biometano.



¹² [Resolução nº 8, de 30 de janeiro de 2015 - ANP.](#)

¹³ [Resolução nº 685, de 29 de junho de 2017 - ANP.](#)

Panorama e potencial de crescimento da produção de biogás e biometano no Sul do Brasil

Além das políticas públicas, deve-se mencionar projetos de Pesquisa Desenvolvimento e Inovação (**P&D+I**), como mecanismos para apoiar no desenvolvimento do biogás no país, uma vez que contribuem para a validação de arranjos técnicos e financeiros. Apoiando agentes do setor na tomada de decisão para novos modelos de projetos ou ainda na cadeia produtiva demandando tecnologias de fornecimento local e/ou regional.

Por fim, mas tão importante quanto os fatores citados anteriormente, deve-se mencionar a **transferência de conhecimento**, por meio de capacitações e sensibilização dos atores envolvidos direta ou indiretamente na produção de biogás. Esta é uma ferramenta chave para o desenvolvimento do setor, pois auxilia na redução da assimetria de informações e entrega à cadeia profissionais qualificados capazes de potencializar as chances de sucesso dos projetos, a cada ano é possível identificar novos formatos e instituições ofertando serviços neste aspecto.

7. Considerações finais

A capacidade de converter um passivo ambiental em um ativo energético, trazer segurança energética para os mais variados segmentos e portes, gerar receita, e contribuir para a redução das emissões de gases do efeito estufa, são alguns dos benefícios que o biogás tem a oferecer. Entre seus atributos destacam-se a produção de energia firme, limpa e renovável, além da armazenabilidade e despachabilidade que apresenta. Seu aproveitamento energético é uma solução para inúmeros desafios, entre eles pode-se mencionar a queima de combustíveis fósseis para geração de energia. Ao longo deste documento, ficou evidente que, assim como no restante do país, este gás combustível é pouco explorado frente ao seu elevado potencial.

Considerando lições aprendidas de outros segmentos e países, não restam dúvidas que, para garantir o desenvolvimento de uma fonte energética, o engajamento de diversos *stakeholders* é fundamental, seja na proposição de políticas públicas ou no fornecimento de tecnologias, consultorias e/ou pesquisas. Faz-se necessária a união do tripé: **Poder Público – Setor produtivo – Academia**, para se alcançar estes objetivos.

Agradecimentos

A presente nota técnica é resultado do esforço em conjunto com a Fundação Getúlio Vargas – Energia. Agradecemos a parceria e colaboração nos resultados alcançados.

Referências

SANTOS, D. F. L.; REBELATO, M. G.; RODRIGUES, A. M. Análise da viabilidade econômica de uma planta para captura de CO₂ na indústria alcooleira. **Revista Gestão & Tecnologia**, Pedro Leopoldo, v. 12, n. 2, p. 64-88, jul./nov. 2012.

SEEG - SISTEMA DE ESTIMATIVA DE EMISSÕES DE GASES DO EFEITO ESTUFA. **Emissões totais**. 2020. Disponível em: <http://plataforma.seeg.eco.br/total_emission>.

STILPEN, M. R.; BELIN, P. R.; PINHEIRO, BRENO C.; FRANCA, T. J. L.; GONZALEZ, T. H. A. **The Impact of Business Model Choice on the Economic Feasibility of a Biogas Distributed Generation Project - The Case of Entre Rios do Oeste**. In: International Conference on Renewable Energy - ICREN, 2019, Paris. Book of Abstract, 2019. p. 116-116.



ABiogás
Associação Brasileira do Biogás



CIBIOGAS
ENERGIAS RENOVÁVEIS



MINISTÉRIO DO
DESENVOLVIMENTO REGIONAL

MINISTÉRIO DO
MEIO AMBIENTE

MINISTÉRIO DE
MINAS E ENERGIA

MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO

MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E INOVAÇÕES



Biogás
BRASIL

