



Potencial de Produção de Biogás: Mapeamento de Substratos e sua Conversão Energética no Sul do Brasil

Relatório



CIBIOGAS
ENERGIAS RENOVÁVEIS



ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS
PARA O DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL



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



PÁTRIA AMADA
BRASIL
GOVERNO FEDERAL

Parceiros do Projeto



Parceiros nesta Atividade



Comitê Diretor do Projeto



ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS
PARA O DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL



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:

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÕES (Brasil); UNIDO, ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL; CIBIOGÁS, CENTRO INTERNACIONAL DE ENERGIAS RENOVÁVEIS; ABIOGÁS, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE BIOGÁS E BIOMETANO. Potencial de produção de biogás: mapeamento de substratos e sua conversão energética no Sul do Brasil. MCTI. Brasília-DF. (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:

Potencial de produção de biogás: mapeamento de substratos e sua conversão energética no Sul do Brasil

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:

Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial

Entidade(s) diretamente envolvida(s):

Centro Internacional de Energias Renováveis Biogás – CIBiogás
Associação Brasileira de Biogás e Biometano – ABiogás

Autoria:

Alessandra Freddo - CIBiogás
Daiana Gotardo Martinez – CIBiogás | UNIDO

Revisão:

Marcela Vincoletto Rezende - ABiogás
Natalí Nunes dos Reis da Silva - UNIDO / CIBiogás
Ricardo Müller – UNIDO / CIBiogás
Tamar Roitman - ABiogás

Coordenação:

Felipe Souza Marques

Editoração:

Nicole Mattiello

Data da publicação: Brasília, Setembro de 2020.



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.



POTENCIAL DE PRODUÇÃO DE BIOGÁS: MAPEAMENTO DE SUBSTRATOS E SUA CONVERSÃO ENERGÉTICA NO SUL DO BRASIL

Relatório

Data da Publicação:

Setembro/2020



Sumário

Resumo/Abstract.....	6
Impactos.....	7
1. Introdução.....	8
2. Método.....	8
3. Potencial de Produção de Biogás.....	10
3.1 Avicultura	10
3.2 Bovinocultura	13
3.3 Suinocultura	16
3.4 Abatedouros.....	20
3.5 Cervejarias	23
3.6 Laticínios	25
3.7 Processamento de Mandioca.....	29
3.8 Sucroalcooleiro	32
4. Panorama do Potencial de produção de Biogás no Sul do Brasil.....	35
5. Considerações finais.....	37

Resumo/Abstract

PORTUGUÊS

O Sul do Brasil possui alta representatividade em atividades pecuárias e agroindustriais, diante disso estruturou-se o relatório de potencial de produção de biogás do Sul do Brasil para identificar e mapear substratos e sua conversão energética. Os substratos avaliados foram efluentes gerados a partir da suinocultura, bovinocultura, avicultura, unidades de processamento de mandioca, abatedouros, laticínios, cervejarias e usinas sucroalcooleiras instaladas e distribuídas entre os estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Os resíduos provenientes da pecuária e agroindústria localizadas nos estados da região sul contabilizam um potencial de produção de biogás de 2,9 bi Nm³/ano. Deste montante total, 30% são atribuídos aos resíduos da pecuária, sendo a suinocultura o setor com maior expressividade e o Paraná como estado concentrando o maior potencial se comparado aos demais.

Palavras-chave: biogás; biometano; Paraná; Santa Catarina; Rio Grande do Sul; potencial de biogás.

ENGLISH

The South of Brazil has a high representation in livestock and agro-industrial activities, therefore the report on the potential of biogas production in Southern Brazil was structured to identify and map substrates and their energy conversion. The evaluated substrates were effluents generated from pig farming, cattle farming, poultry farming, cassava processing units, slaughterhouses, dairies, breweries and sugar-alcohol plants installed and distributed among the states of Paraná, Santa Catarina and Rio Grande do Sul. The waste from livestock and agroindustry located in the states of the southern region account for a potential biogas production of 2.9 bi Nm³/year. Of this total amount, 30% is attributed to livestock waste, with pig farming being the sector with the highest expressiveness and Paraná as the state with the highest potential compared to the others.

Keywords: biogas; biomethane; Paraná; Santa Catarina; Rio Grande do Sul; biogas potential.

1. Impactos

O biogás é uma fonte de energia descentralizada, despachável e segura que vêm contribuindo na ampliação da matriz energética brasileira. Identificar e mapear o potencial de produção de biogás permite avaliar as potencialidades a partir de distintas fontes, segmentos e regiões, neste caso do Sul do Brasil. Com os resultados obtidos neste documento espera-se sobretudo impactar na redução da assimetria de informações relacionadas ao potencial inexplorado dos estados sulistas.

Sob o ponto de vista de novos negócios, espera-se que os resultados possam contribuir com a tomada de decisões, a partir de regiões ou segmentos com alta representatividade seja no setor pecuário e/ou agroindustrial, uma vez que em sua grande maioria, já sinalizam inclinações quanto a implantação de projetos com aproveitamento do biogás, seja para garantir segurança energética, ampliação de atividades primárias (utilizando o tratamento com biodigestores como alternativa aos passivos gerados) e/ou sustentabilidade ambiental.

O biogás pode contribuir positivamente, em termos de aspectos ambientais, na redução de emissão de Gases do Efeito Estufa – GEE, redução de odores, vetores e melhora significativa da qualidade de vida dos agentes envolvidos direta e indiretamente. Diante disso os resultados deste documento sinalizam o potencial de produção de biogás do sul e indicam quanto poderá ser evitado em termos de emissão caso o potencial do Sul do Brasil seja aproveitado.

1. Introdução

A pecuária e a agroindústria brasileira têm forte impacto no desenvolvimento econômico e social do país. No ano de 2019, o produto interno bruto (PIB) do agronegócio brasileiro cresceu 3,8%, representando 21,4% do PIB total do Brasil. Neste contexto destaca-se a pecuária, com crescimento de 23,7% em 2019 apoiado pelo desempenho das exportações de carne, garantindo um excelente resultado no PIB (CEPEA, 2019). O aumento das atividades do agronegócio, além de impactar a economia e aquecer o mercado, refletem no meio ambiente a partir da geração de resíduos e efluentes e das emissões de gases do efeito estufa.

Neste cenário, a biodigestão anaeróbia se torna uma excelente alternativa para tratamento de resíduos e efluentes pois, além da redução do poder contaminante e carga orgânica, garante um sistema de tratamento mais compacto (quando comparado a lagoas aeróbias), livre de odores e com possibilidade de recuperação do biogás, que pode ser utilizado para os mais diversos fins energéticos (térmica, elétrica e combustível veicular) agregando valor ao que antes era considerado um passivo ambiental. Além do mais, o digestato resultante do processo anaeróbio pode ser equiparado a um biofertilizante (dependendo de sua composição química) e quando aplicado para fins agrícolas, garante melhor qualidade e fertilidade ao solo.

Portanto, consoante ao cenário do agronegócio no sul do país, foi desenvolvido o relatório de “Potencial de Produção de biogás do Sul do Brasil” com o objetivo de apresentar a potencialidade do setor de biogás e seus benefícios energéticos.

Este documento atualiza os resultados do relatório lançado em 2019 e estabelece nova metodologia de coleta e análise de dados para o setor agroindustrial. Foram consideradas as atividades de avicultura, bovinocultura e suinocultura do setor pecuário e de cinco atividades agroindustriais - abatedouros, cervejarias, laticínios, processamento de mandioca e sucroalcooleiro - para os três estados da região sul do Brasil: Paraná (PR), Rio Grande do Sul (RS) e Santa Catarina (SC).

2. Método

Este estudo foi elaborado de acordo com a disponibilidade dos substratos analisados e considerando fatores tecnológicos de produção de biogás. As etapas do levantamento consistiram em coleta, transformação e limpeza de dados, conversão dos dados em volume de biogás (potencial) e seus equivalentes, além da análise e visualização das informações. O potencial de produção de biogás foi determinado a partir de critérios técnicos, sem considerar aspectos de viabilidade econômica da produção ou modelos de negócios aos quais o produto possa estar envolvido.

A atualização nos números da pecuária, em referência ao potencial lançado em 2019, foi realizada conforme publicação do resultado definitivo do Censo Agropecuário do IBGE (2017). Para a bovinocultura de corte, tendo em vista aspectos de manejo viável de dejetos para produção de biogás, foi considerado apenas o número de bovinos criados em sistema de confinamento obtido a partir do Anualpec (2019).

Na atualização da metodologia para o setor agroindustrial foram incluídas empresas de micro e pequeno porte obtidas a partir do banco de dados do Cadastro Nacional de Pessoas Jurídicas (CNPJ) da Receita Federal. Os dados de produção foram coletados a partir de visitas a campo, licenças ambientais, contato direto com as empresas, dados do SISBI - POA, MAPA e site das empresas. O detalhamento da metodologia e referências utilizadas estão descritas no Apêndice A deste documento.

3. Potencial de Produção de Biogás

Neste capítulo serão apresentados os resultados de potencial de produção de biogás dos estados sul brasileiros, considerando três atividades da pecuária - avicultura, bovinocultura e suinocultura e cinco atividades agroindustriais – abatedouros (bovinos, suínos e aves), laticínios, unidades de processamento de mandioca, cervejarias e usinas sucroalcooleiras. Os dois últimos (cervejarias e usinas sucroalcooleiras) não estavam incluídas no último levantamento publicado em 2019, porém, devido sua expressividade no sul do Brasil, as mesmas passaram a ser consideradas no presente levantamento.

3.1 Avicultura

A avicultura é um dos setores produtivos com maior destaque no país, isto porque o Brasil é o terceiro maior produtor de carne de frango do mundo e ocupa a primeira colocação em exportação mundial do setor (EMBRAPA, 2020). Seu rebanho configura um total de 1,2 bi de cabeças de aves em estabelecimentos agropecuários com mais de 200 cabeças, destinadas a corte e postura (IBGE, 2017).

O sul do Brasil é uma das regiões mais tradicionais na criação de aves, visto a presença de diversas cooperativas que buscam fomentar o setor (ZEN et al., 2014). Logo, a região dispõe de 49,7% do rebanho avícola brasileiro (628 mi de cabeças de aves). Deste total da região, 94% corresponde à categoria de corte.

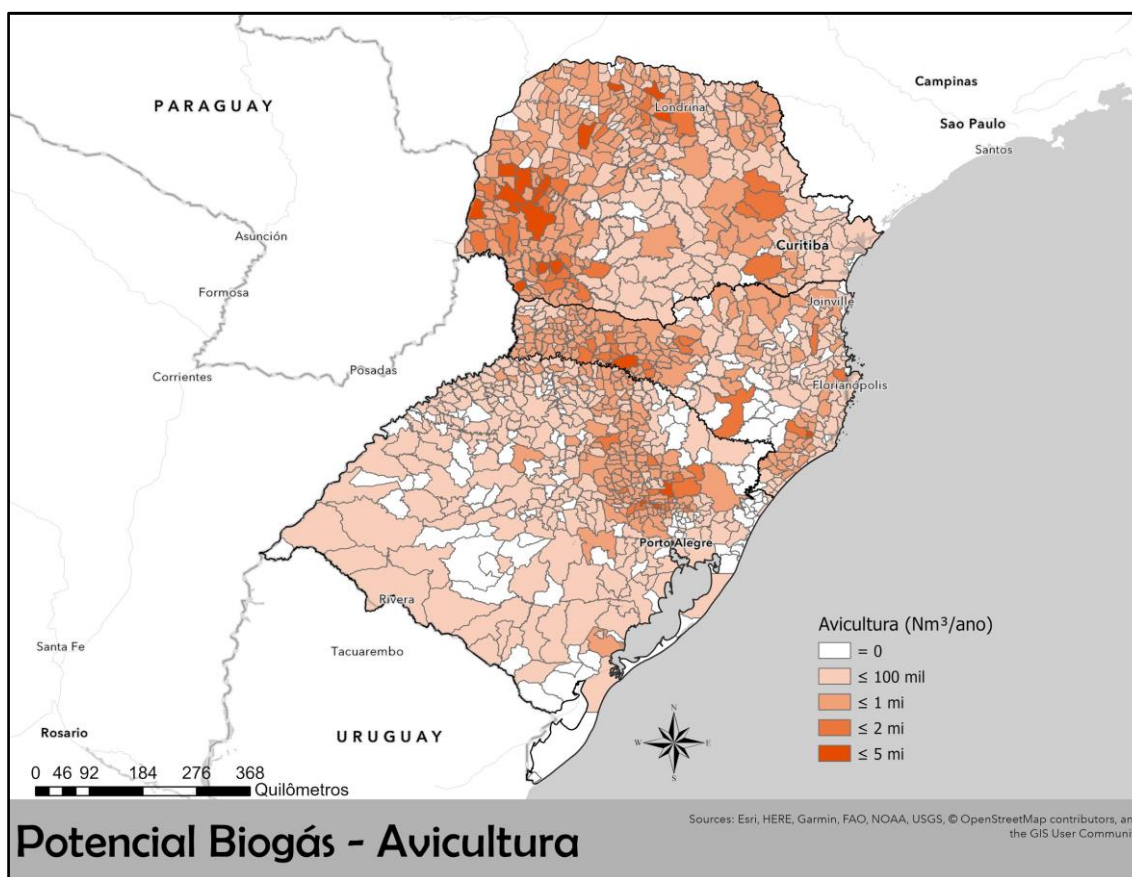
A avicultura do sul do Brasil detém um potencial de produção de biogás de 295,4 mi Nm³/ano.

Tabela 1 - Potencial de produção de biogás da avicultura por categoria.

Estado	Aves de corte (Nm ³ /ano)	Aves de postura (Nm ³ /ano)
Paraná	107,9 mi	38,7 mi
Rio Grande do Sul	46,5 mi	30,4 mi
Santa Catarina	51,4 mi	20,4 mi
Total	205,87 mi	89,54 mi

Potencial de Produção de Biogás: Mapeamento de Substratos e sua Conversão Energética no Sul do Brasil

O estado do Paraná tem maior notoriedade no setor avícola, com 52% de todo o rebanho do sul do Brasil (326,5 mi cabeças). A avicultura do Paraná tem potencial de geração de 783 GWh/ano de energia térmica (queima direta) a partir do biogás, podendo substituir 335,8 mil toneladas de lenha por ano, sendo este um insumo energético fundamental em especial nas estações frias do ano, períodos que exigem aquecimento constante dos aviários para evitar a mortalidade de animais.



Mapa 1 - Potencial de Produção de biogás da Avicultura para as cidades da região sul do Brasil.

As mesorregiões oeste e sudoeste paranaense reúnem 50% do potencial de produção de biogás da avicultura do estado. Em Santa Catarina, 64% do potencial do setor está concentrada na mesorregião oeste catarinense. Já no Rio Grande do Sul, as mesorregiões nordeste e noroeste rio-grandense concentram 52% do potencial avícola do estado.

Na perspectiva total da região sul do Brasil, as mesorregiões oeste catarinense e oeste paranaense contabilizam 30% do potencial avícola de

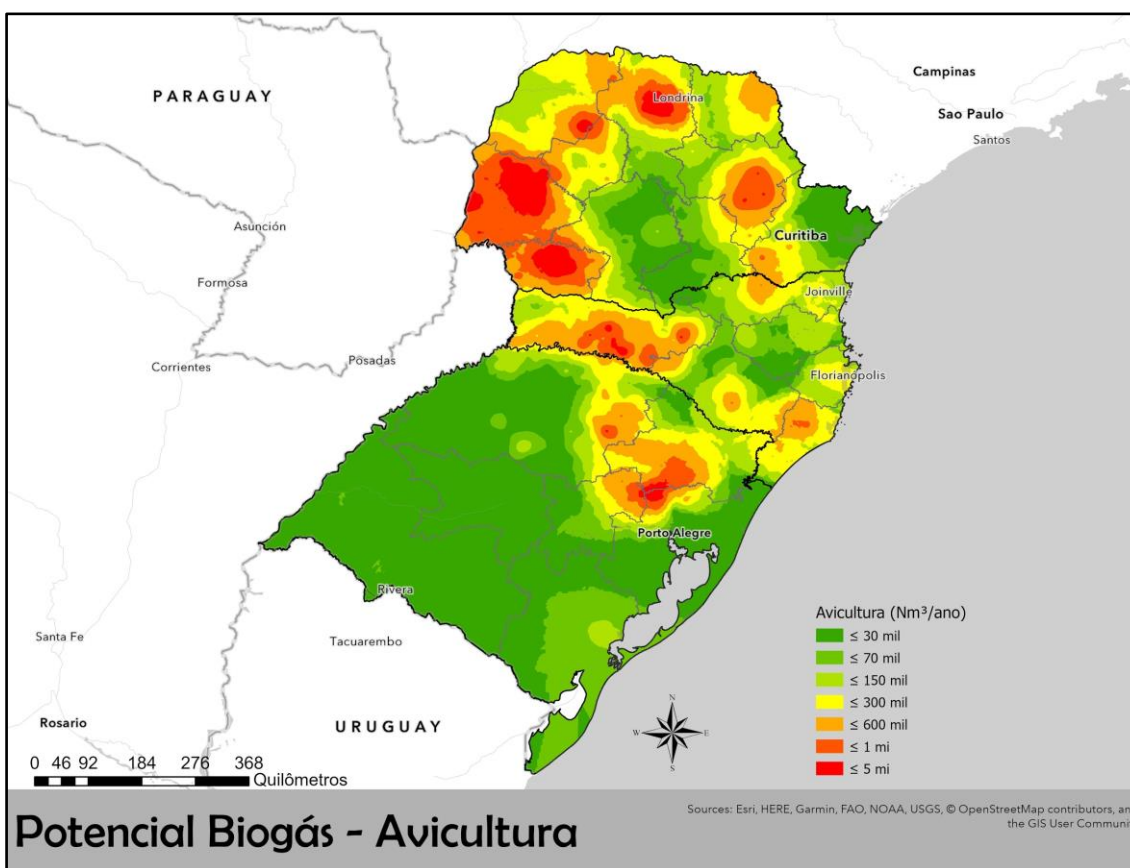
Potencial de Produção de Biogás: Mapeamento de Substratos e sua Conversão Energética no Sul do Brasil

produção de biogás, que juntas poderiam suprir a demanda de 50,8 mi m³/ano de gás natural.

Tabela 2 - Ranking de Potencial de produção de biogás da avicultura.

Ranking Estadual	Potencial (Nm ³ /ano)	Ranking Mesorregião	Potencial (Nm ³ /ano)	Ranking Cidade	Potencial (Nm ³ /ano)
Paraná	146,7 mi	Oeste Catarinense	46,4 mi	Arapongas - PR	5,6 mi
Rio Grande do Sul	77,0 mi	Oeste Paranaense	43,2 mi	Salvador do Sul - RS	4,8 mi
Santa Catarina	71,7 mi	Sudoeste Paranaense	30,2 mi	Toledo - PR	4,1 mi

A cidade com maior destaque no setor avícola é Arapongas - PR, localizada na mesorregião norte central paranaense, com potencial de produção de biogás suficiente para gerar energia elétrica e abastecer 4,4 mil residências¹ por ano.



Mapa 2 - Potencial de produção de biogás da avicultura nas cidades do Sul do Brasil.

¹Consumo elétrico residencial médio: 2.640 kWh/ano.

O biogás proveniente da avicultura do sul do país (295,4 mi Nm³/ano) tem potencial de geração de 613,14 GWh/ano de energia elétrica, capaz de suprir 25% da demanda elétrica do setor rural no estado do Paraná ou abastecer uma população de 214,5 mil habitantes por ano (considerando a média de consumo para o sul do Brasil de 2.858 kWh/hab. ano).

Ademais, poderia ser empregado para substituir 147,7 mi de L/ano de diesel ou produzir 167,5 mi m³/ano de biometano que, como fonte de combustível veicular, equivale a uma distância de aproximadamente 2 bilhões de quilômetros, considerando um veículo popular com autonomia de 12 quilômetros por metro cúbico de biogás.

3.2 Bovinocultura

A bovinocultura brasileira possui grande relevância no cenário mundial. O Brasil é o sexto maior produtor de leite de vaca (24,4 bilhões de litros em 2019) e detentor do maior estoque de gado comercial do mundo (238,1 milhões de cabeças em 2019) (USDA, 2020).

Em função da vasta extensão territorial, a bovinocultura de corte do país se caracteriza pelo sistema de criação predominantemente extensivo. Do montante total de animais da categoria, apenas 4,7 milhões de cabeças de corte são criadas em sistema de confinamento. O sul do Brasil comporta 7,3% do gado confinado do país, totalizando 349,6 mil cabeças, distribuídas em: 42,7% no Paraná, 39,7% no Rio Grande do Sul e 17,6% em Santa Catarina (ANUALPEC, 2019).

Além disso, o rebanho leiteiro do país conta com 11,5 milhões de cabeças ordenhadas segundo levantamento divulgado em 2017. Deste total, 21,6% estão localizadas no sul do Brasil. Dos 2,4 milhões de bovinos de leite do sul, 37% pertencem ao Rio Grande do Sul, 35% ao Paraná e 28% a Santa Catarina (IBGE, 2017).

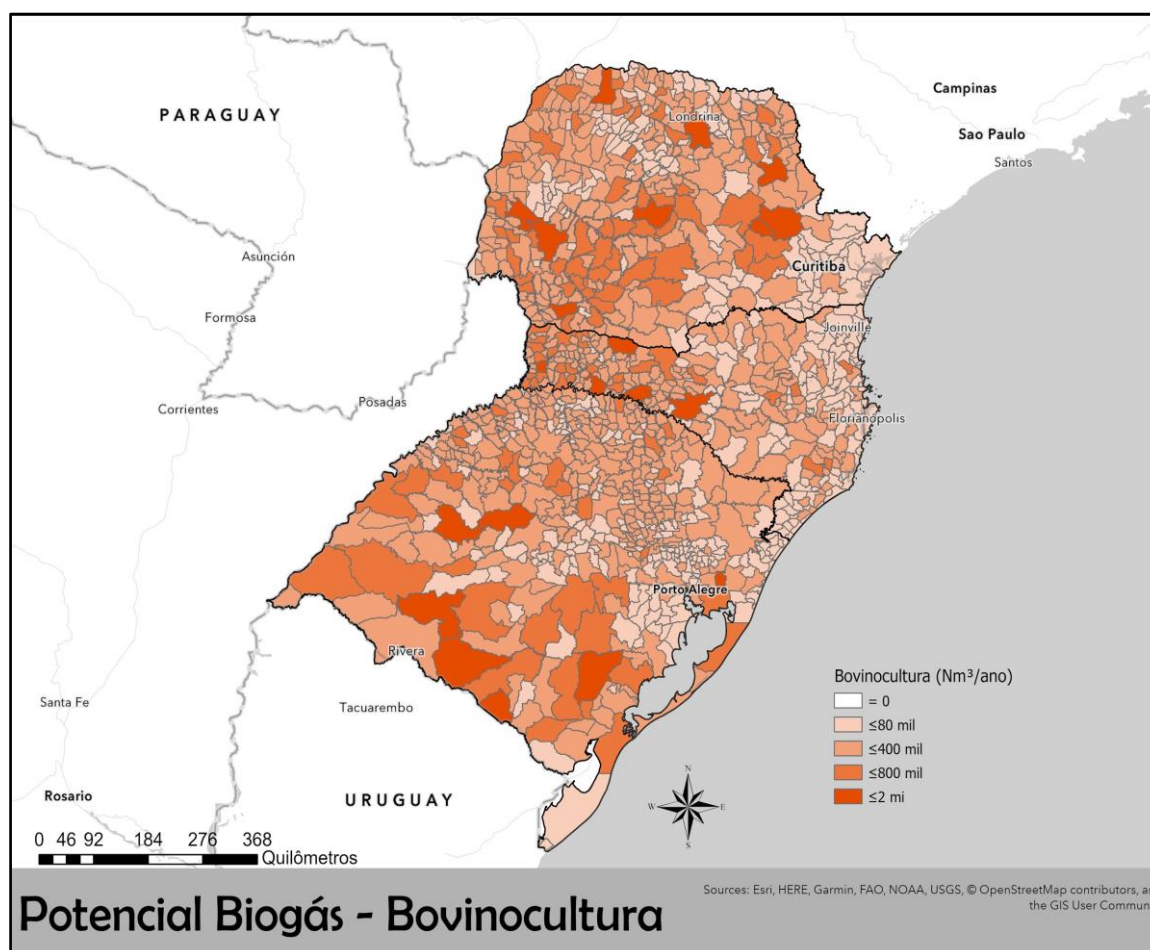
O potencial de produção de biogás a partir da bovinocultura no sul brasileiro é de 212,4 mi Nm³/ano (considerando apenas bovinos de corte confinados e vacas ordenhadas).

Potencial de Produção de Biogás: Mapeamento de Substratos e sua Conversão Energética no Sul do Brasil

Tabela 3 - Potencial de produção de biogás da bovinocultura por categoria.

Estado	Bovinocultura de leite (Nm³/ano)	Bovinocultura de corte (Nm³/ano)
Paraná	40,2 mi	42,3 mi
Rio Grande do Sul	42,4 mi	36,4 mi
Santa Catarina	31,7 mi	19,4 mi
Total	114,32 mi	98,15 mi

O estado do Paraná detém 43% do potencial de produção de biogás a partir de resíduos de bovinos criados em sistema de confinamento. Já para bovinos de leite, destaca-se o estado do Rio Grande do Sul com 37% da categoria.



Mapa 3 - Potencial de Produção de biogás da Bovinocultura para as cidades da região sul do Brasil.

Potencial de Produção de Biogás: Mapeamento de Substratos e sua Conversão Energética no Sul do Brasil

O potencial do estado do Paraná está distribuído uniformemente entre as regiões central, norte e oeste. As mesorregiões noroeste, norte central e oeste paranaense dispõem de 47% do potencial da bovinocultura do estado.

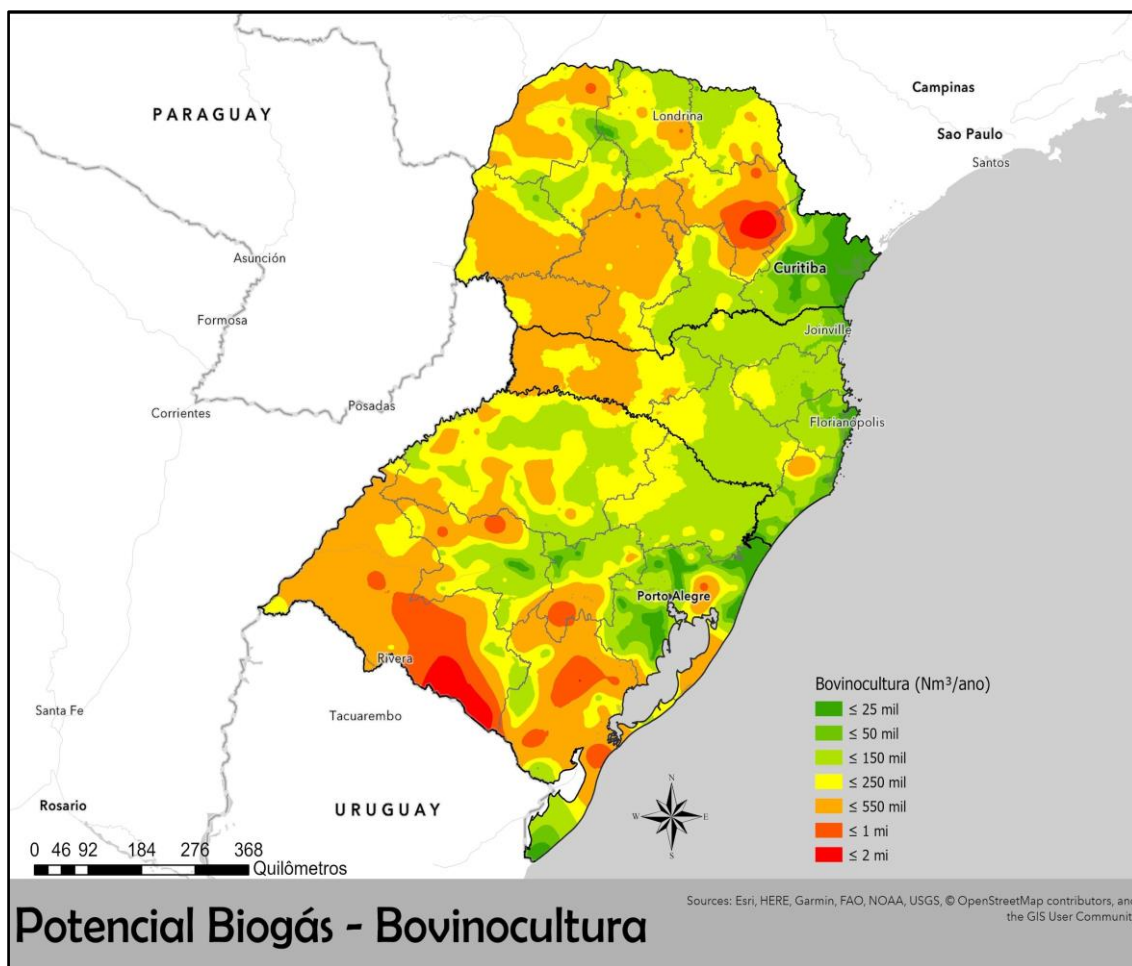
Já em Santa Catarina, 65% do potencial estadual está concentrado na mesorregião oeste catarinense. No Rio Grande do Sul, 45% do potencial da categoria está distribuído na mesorregião noroeste rio-grandense, que ocupa a primeira colocação no ranking de potencial da bovinocultura da região sul (ranking entre mesorregiões).

Tabela 4 - Ranking de Potencial de produção de biogás da bovinocultura.

Ranking Estadual	Potencial (Nm³/ano)		Ranking Mesorregião	Potencial (Nm³/ano)		Ranking Cidade	Potencial (Nm³/ano)
Paraná	82,5 mi		Noroeste Rio-Grandense	35,8 mi		Castro - PR	2,1 mi
Rio Grande do Sul	78,8 mi		Oeste Catarinense	33,3 mi		Paranavaí - PR	1,41 mi
Santa Catarina	51,1 mi		Norte Central Paranaense	13,7 mi		Aceguá - RS	1,40 mi

A cidade de Castro localizada na mesorregião centro oriental paranaense possui o maior potencial de produção de biogás da bovinocultura da região sul do Brasil (Ranking entre cidades), com capacidade de geração de energia elétrica suficiente para suprir a demanda anual de uma população de 1,5 mil habitantes (2,3% de sua população atual).

Potencial de Produção de Biogás: Mapeamento de Substratos e sua Conversão Energética no Sul do Brasil



Mapa 4 - Potencial de produção de biogás da bovinocultura nas cidades do Sul do Brasil.

O potencial da bovinocultura do sul do Brasil (212,4 mi Nm^3/ano de biogás) tem capacidade para suprir a demanda de 127,5 mi m^3/ano de gás natural a partir da produção de biometano. Além disso, o biogás da bovinocultura poderia ser aproveitado na geração de 440,9 GWh/ano de energia elétrica, suficiente para abastecer 167 mil residências² por ano ou atender a demanda de 60% da iluminação pública do estado do Rio Grande do Sul.

² Consumo elétrico residencial médio: 2.640 kWh/ano.

3.3 Suinocultura

O Brasil integra o grupo de países que mais produzem e exportam carne suína no mundo. Com o aquecimento do setor entre 2018 e 2019, a produção nacional cresceu 0,2% e as exportações aumentaram em 16% (EMBRAPA, 2020).

Dentro da cadeia nacional do setor, destacam-se os estados do sul do Brasil como maiores produtores e exportadores de carne suína do país, fator este que reforça a necessidade de uma maior concentração de animais alojados para atendimento da demanda de mercado (EMBRAPA, 2020).

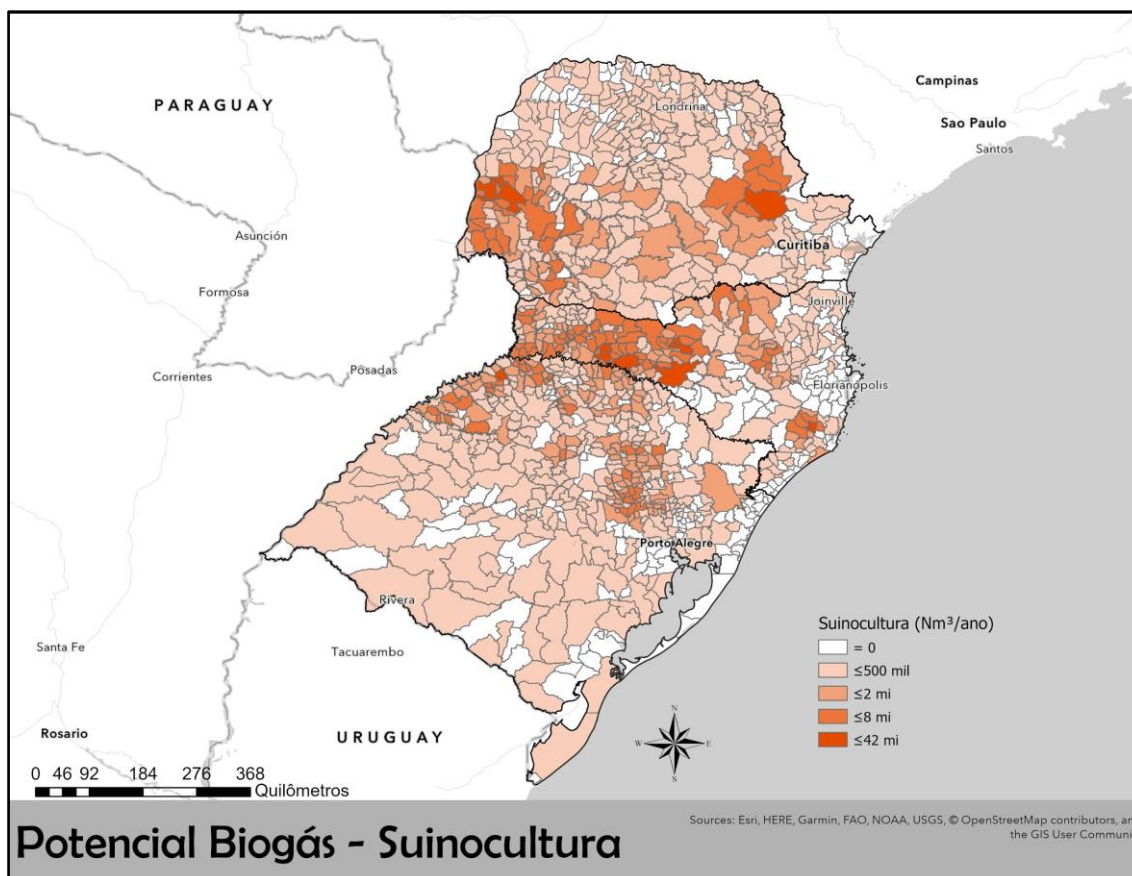
O sul do Brasil conta com um plantel de 19 mi de cabeças de suínos, sendo que 91% correspondem a suínos de engorda (17,3 mi), 8,5% a matrizes fêmeas (1,6 mi) e 0,5% matrizes machos (94 mil) (IBGE, 2017). A suinocultura da região sul tem potencial para produzir 890,8 mi Nm³/ano de biogás.

Tabela 5 - Potencial de produção de biogás da suinocultura por categoria.

Estado	Suínos de engorda (Nm ³ /ano)	Matriz Fêmea (Nm ³ /ano)	Matriz Macho (Nm ³ /ano)
Paraná	180,1 mi	66,9 mi	2,8 mi
Rio Grande do Sul	185,9 mi	68,6 mi	2,1 mi
Santa Catarina	267,0 mi	114,1 mi	3,2 mi
Total	633,08 mi	249,62 mi	8,19 mi

O estado de Santa Catarina é destaque no potencial de produção de biogás da suinocultura, com notoriedade em todos os tipos de criação de suínos analisados. De modo geral, o estado detém 43% do potencial de produção de biogás do setor no sul do Brasil.

Potencial de Produção de Biogás: Mapeamento de Substratos e sua Conversão Energética no Sul do Brasil



Mapa 5 - Potencial de Produção de biogás da Suinocultura para as cidades da região sul do Brasil.

O oeste catarinense abarca 75% do potencial da suinocultura do estado de Santa Catarina e é a mesorregião com maior potencial do sul do Brasil, com capacidade de gerar 1,5 mil GWh/ano de energia térmica (queima direta).

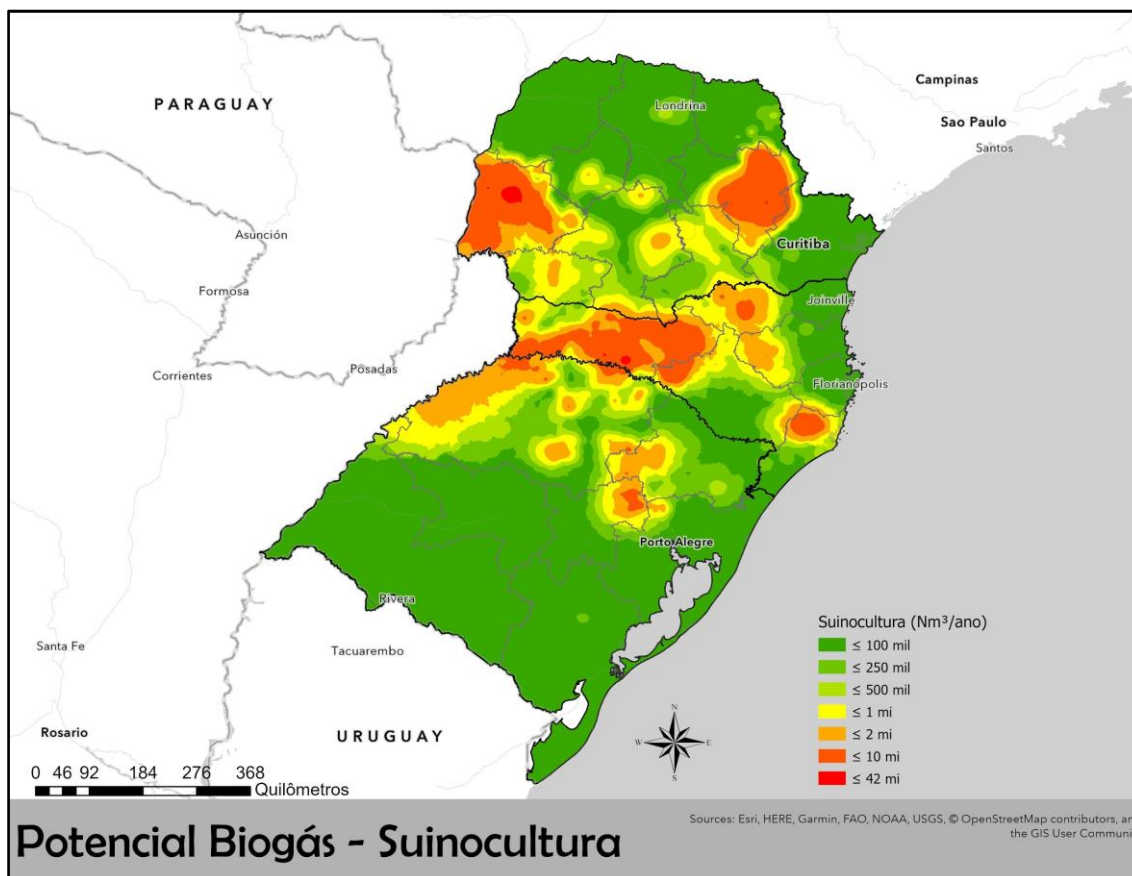
As mesorregiões oeste catarinense, noroeste rio-grandense e oeste paranaense contabilizam 69% do potencial da suinocultura do sul do Brasil, resultando em um monte de biogás equivalente a 333,5 mi L/ano de diesel.

Tabela 6 - Ranking de Potencial de produção de biogás da suinocultura.

Ranking Estadual	Potencial (Nm³/ano)	Ranking Mesorregião	Potencial (Nm³/ano)	Ranking Cidade	Potencial (Nm³/ano)
Santa Catarina	384,3 mi	Oeste Catarinense	290,5 mi	Toledo - PR	42,7 mi
Rio Grande do Sul	256,6 mi	Oeste Paranaense	170,7 mi	Concórdia - SC	20,2 mi
Paraná	249,9 mi	Noroeste Rio-Grandense	158,5 mi	Marechal Cândido Rondon - PR	20,0 mi

Potencial de Produção de Biogás: Mapeamento de Substratos e sua Conversão Energética no Sul do Brasil

A cidade de Toledo, localizada na mesorregião oeste paranaense possui a maior concentração de animais e consequentemente o maior potencial de produção de biogás da região sul do Brasil. Por ano, a cidade é capaz de produzir 26,4 mi m³/ano de biometano, o equivalente a 27,5 mi L/ano de gasolina comum.



Mapa 6 - Potencial de produção de biogás da suinocultura nas cidades do Sul do Brasil.

O potencial de produção de biogás da suinocultura no sul do Brasil (890,8 mi Nm³/ano) tem capacidade para gerar 1,8 mil GWh/ano de energia elétrica, podendo abastecer 700 mil residências³ ou suprir 6% da demanda rural do país.

³ Consumo elétrico residencial médio: 2.640 kWh/ano.

3.4 Abatedouros

O Brasil se destaca pela capacidade de produção de proteína animal considerando carnes de aves, suínos e bovinos. Em 2019 produziu 13,2 milhões de toneladas de carne de frango, deste total, 68% foi destinado ao mercado interno e 32% a exportação. O sul do Brasil é responsável por 64,4% dos abates de frango do país. Estes valores garantem ao país a posição de maior exportador de carne de frango do mundo, sendo o sul do Brasil responsável por 83,7% da exportações (ABPA, 2020).

No panorama da carne bovina, o Brasil é o segundo maior produtor do mundo com 10,2 milhões de toneladas em 2019. Também é o maior exportador de carne com 2,3 milhões de toneladas em 2019 (USDA, 2020).

O país também se destaca no abate suíno, sendo o terceiro maior exportador do mundo, tendo o sul do Brasil como responsável por 94,2% destas exportações (ABPA, 2020). A produção brasileira de carne suína foi de 3,9 milhões de toneladas em 2019, onde 81% foram destinadas ao mercado interno e 19% para exportações. O sul do Brasil é responsável por 68,7% dos abates de suínos do país.

Os abatedouros do sul do Brasil possuem potencial de produção de 368 mi Nm³/ano de biogás, sendo que 53% do potencial está relacionado aos resíduos e efluentes gerados a partir do abate de suínos, 43% ao abate de bovinos e 4% ao abate de aves.

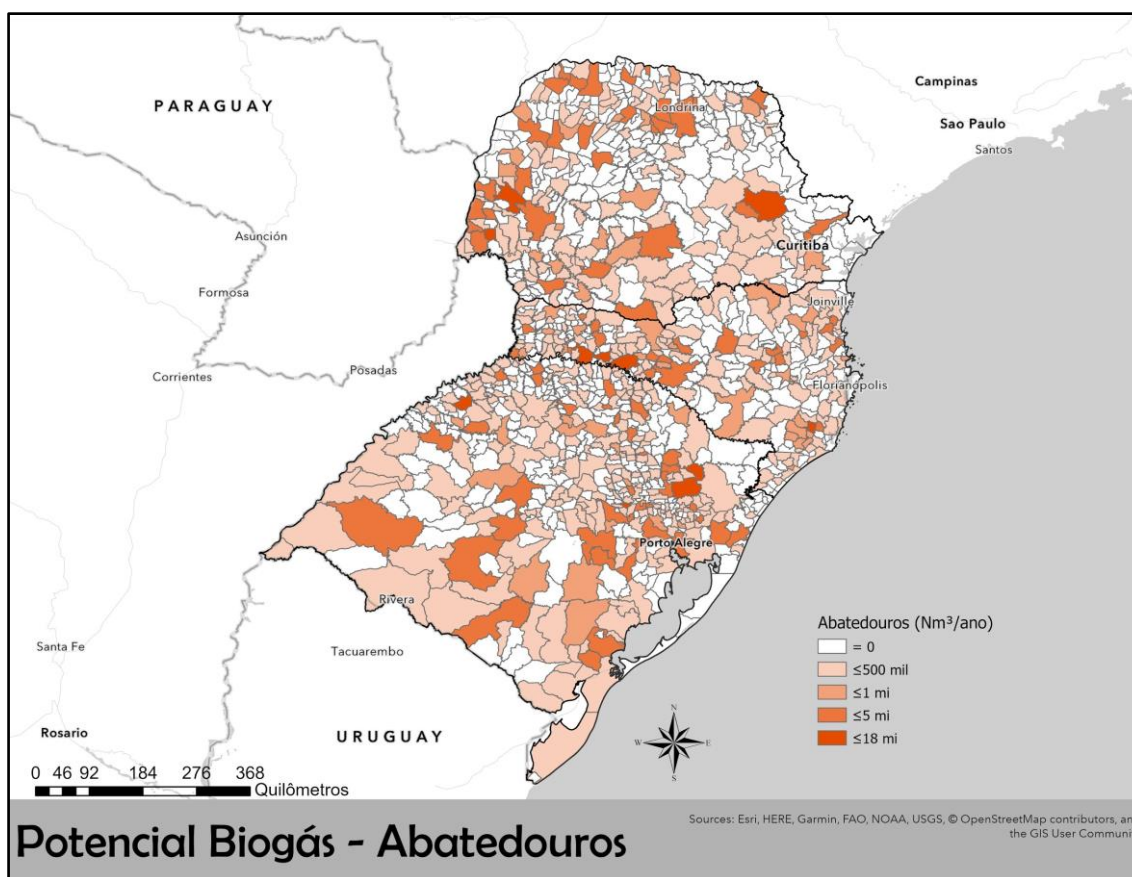
Tabela 7 - Potencial de produção de biogás de abatedouros por categoria.

Estado	Abate de aves (Nm ³ /ano)	Abate de suínos (Nm ³ /ano)	Abate de bovinos (Nm ³ /ano)
Paraná	6,2 mi	60,7 mi	52,9 mi
Rio Grande do Sul	3,2 mi	60,8 mi	77,1 mi
Santa Catarina	3,5 mi	75,1 mi	28,4 mi
Total	12,97 mi	196,62 mi	158,44 mi

O estado de Santa Catarina possui o maior potencial de produção de biogás em abatedouros de suínos com 38% da categoria, sendo que do montante total, 68% estão concentrados na mesorregião oeste catarinense. O Paraná é líder de potencial de biogás do abate de aves com 48% do total da

Potencial de Produção de Biogás: Mapeamento de Substratos e sua Conversão Energética no Sul do Brasil

região sul. As mesorregiões norte central, sudoeste e oeste paranaense totalizam 64% do potencial de abate de aves do estado.



Mapa 7 - Potencial de Produção de biogás de abatedouros para as cidades da região sul do Brasil.

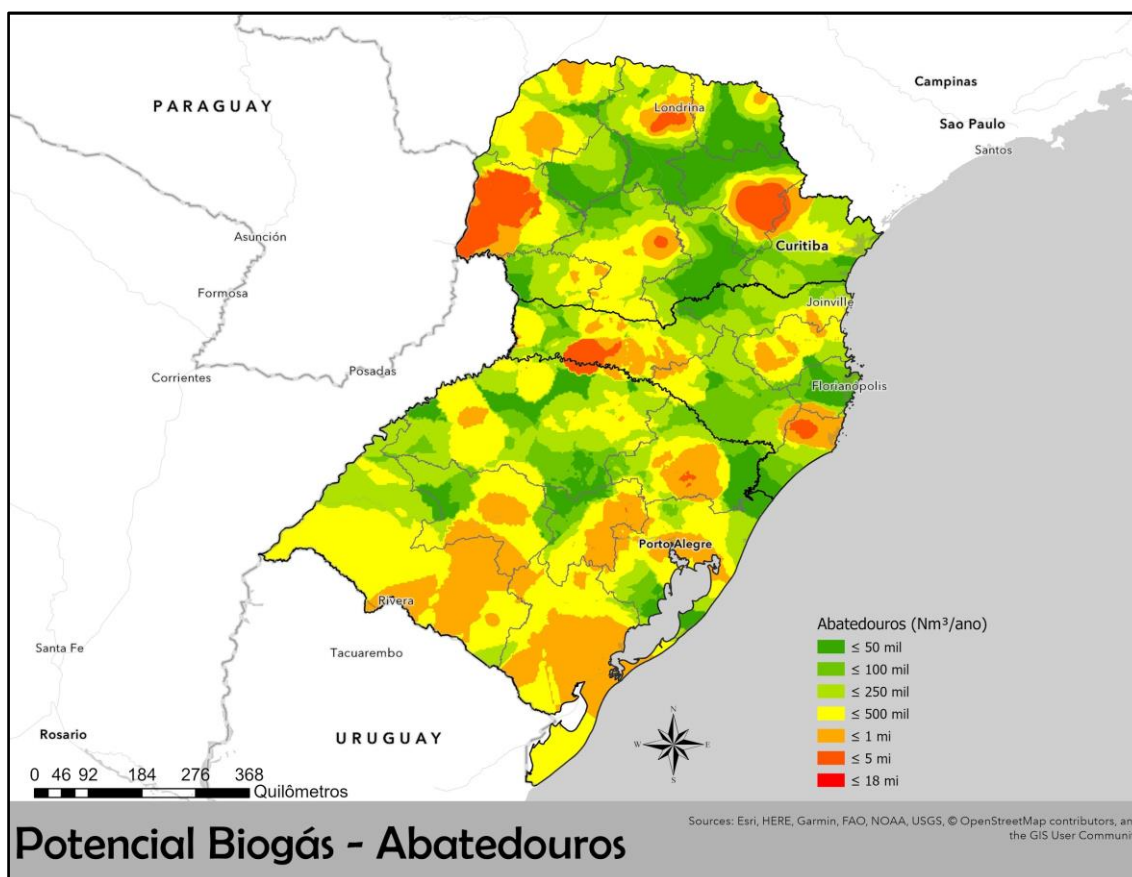
O Rio Grande do Sul lidera o setor da carne bovina com 48% do potencial de produção de biogás de abate de bovinos do sul do Brasil. As mesorregiões metropolitana de Porto Alegre, centro oriental e sudeste rio-grandense concentram 56% do potencial da categoria no estado. Vale destacar que o estado do Rio Grande do Sul concentra um grande número de abatedouros de micro e pequeno porte distribuídos em toda a sua extensão territorial.

Tabela 8 - Ranking de Potencial de produção de biogás de abatedouros.

Ranking Estadual	Potencial (Nm³/ano)	Ranking Mesorregião	Potencial (Nm³/ano)	Ranking Cidade	Potencial (Nm³/ano)
Rio Grande do Sul	141,2 mi	Oeste Catarinense	62,0 mi	Chapecó - SC	10,0 mi
Paraná	119,8 mi	Noroeste Rio Grandense	40,7 mi	Castro - PR	9,2 mi
Santa Catarina	106,9 mi	Oeste Paranaense	37,4 mi	Toledo - PR	7,9 mi

Potencial de Produção de Biogás: Mapeamento de Substratos e sua Conversão Energética no Sul do Brasil

A cidade de Chapecó - SC, localizada na mesorregião oeste catarinense, concentra o maior potencial de produção de biogás de efluentes de abatedouros do sul do Brasil, sendo 98% decorrente do abate de suínos. De forma geral, o biogás proveniente de abatedouros da cidade poderia ser utilizado para gerar 37,5 GWh/ano de energia elétrica, suficiente para abastecer uma população de 13 mil habitantes (7,9% de sua população atual).



Mapa 8 - Potencial de produção de biogás de abatedouros nas cidades do Sul do Brasil.

O potencial de produção de biogás de abatedouros do sul do Brasil (368 mi Nm³/ano) tem capacidade para produzir 221,4 mi Nm³/ano de biometano que equivalem a 146 mil ton./ano de GLP. Neste contexto, o segmento poderia realizar o aproveitamento do biometano em suas frotas próprias para o transportes de animais e/ou produtos, bem como suprir sua demanda térmica na chamuscagem de animais, cozimento de produtos processados, entre outros.

Ademais, o biogás produzido em abatedouros poderia gerar 763,8 GWh/ano de energia elétrica, suficiente para suprir a demanda de 289,3 mil residências⁴ ou 18,5% da demanda anual comercial do estado de Santa Catarina.

⁴ Consumo elétrico residencial médio: 2.640 kWh/ano.

3.5 Cervejarias

O Brasil é o terceiro maior produtor de cerveja do mundo, ficando atrás apenas da China e Estados Unidos e a frente de países como Alemanha e Rússia, com uma produção de cerca de 140 milhões de hectolitros em 2016 (MARCUSO e MULLER, 2017).

O número de cervejarias nacionais apresentou crescimento de 36,4% nos últimos cinco anos. As regiões sul e sudeste brasileiras comportam 80% dos estabelecimentos do país, sendo que a região sul concentra 42% dos estabelecimentos cervejeiros registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) indicado no anuário do setor de 2019, com taxa de crescimento médio de 35,5% (MAPA, 2020).

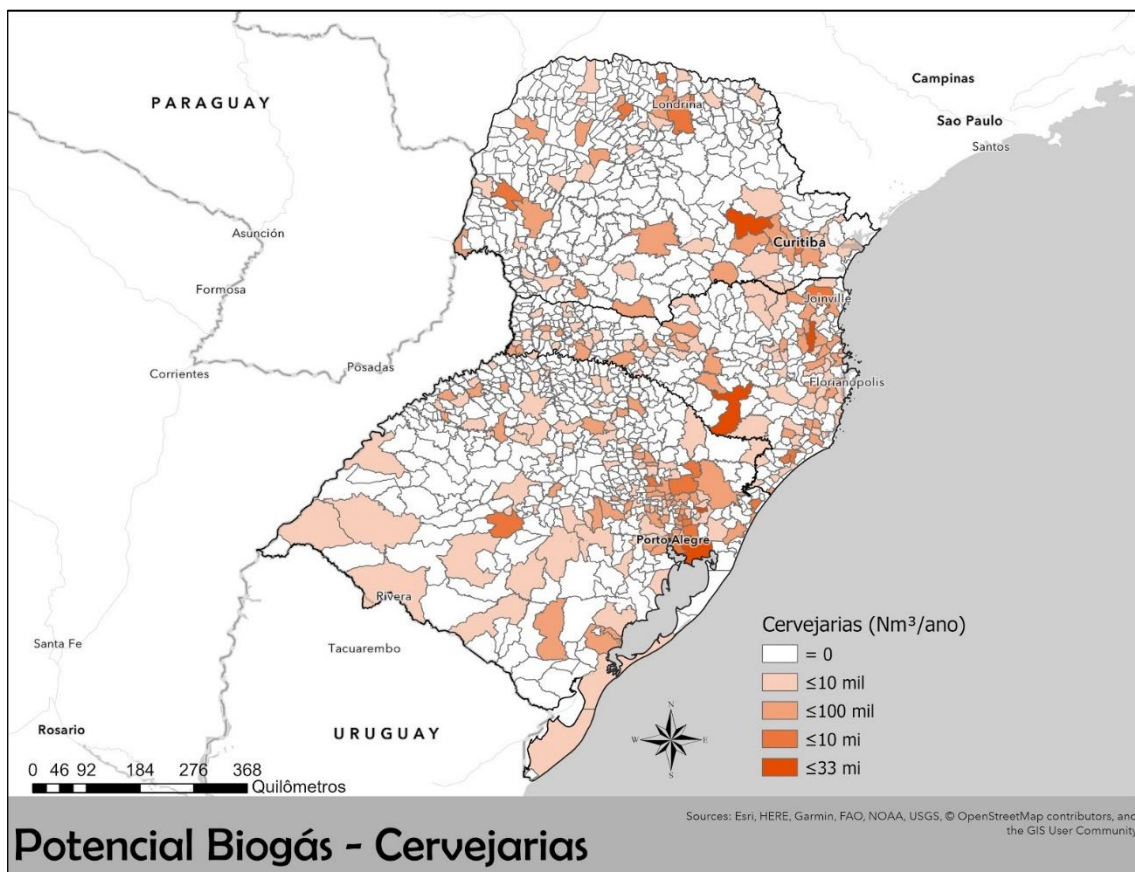
O potencial de produção de biogás da indústria cervejeira do sul do Brasil é de 128,4 mi Nm³/ano.

Tabela 9 - Potencial de produção de biogás de cervejarias por porte.

Estado	Micro cervejarias (Nm ³ /ano)	Cervejarias de pequeno porte (Nm ³ /ano)	Cervejarias de grande porte (Nm ³ /ano)
Paraná	762,1 mil	393,1 mil	37,4 mi
Rio Grande do Sul	903,6 mil	1,1 mi	54,2 mi
Santa Catarina	580,4 mil	420,2 mil	32,5 mi
Total	2,24 mi	2,02 mi	124,19 mi

O estado do Rio Grande do Sul comporta 43% de todo o potencial de produção de biogás de resíduos de cervejarias, liderando o ranking estadual do setor no sul do Brasil.

Potencial de Produção de Biogás: Mapeamento de Substratos e sua Conversão Energética no Sul do Brasil



Mapa 9 - Potencial de Produção de biogás de cervejarias para as cidades da região sul do Brasil.

O potencial de biogás de cervejarias é concentrado em mesorregiões específicas nos estados. No Paraná, 96% está alocado nas mesorregiões centro oriental e oeste paranaense. As mesorregiões Serrana e Vale do Itajaí detêm 95% do potencial do estado de Santa Catarina. Já no Rio Grande do Sul, 97% do potencial encontra-se na mesorregião metropolitana de Porto Alegre, que também assume o ranking de mesorregião com maior potencial do sul do Brasil.

Tabela 10 - Ranking de Potencial de produção de biogás de cervejarias.

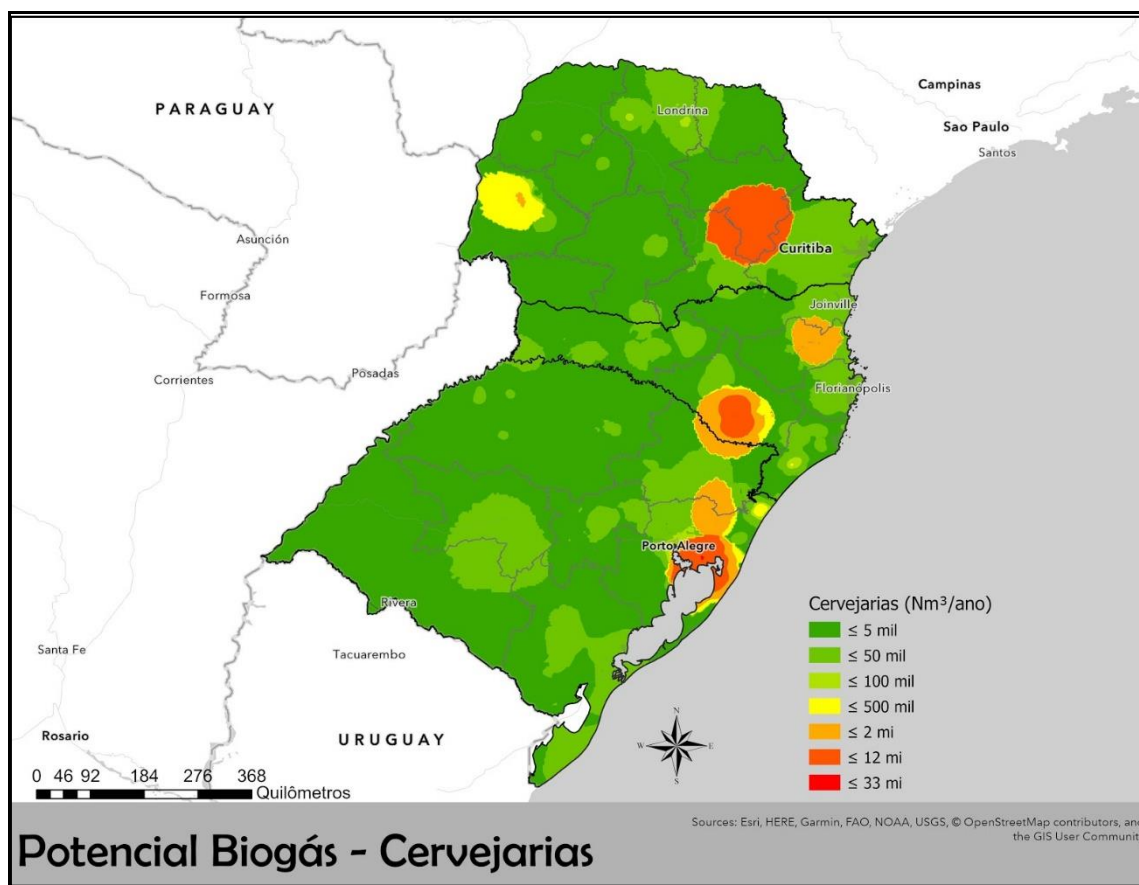
Ranking Estadual	Potencial (Nm³/ano)	Ranking Mesorregião	Potencial (Nm³/ano)	Ranking Cidade	Potencial (Nm³/ano)
Rio Grande do Sul	56,3 mi	Metropolitana de Porto Alegre - RS	54,8 mi	Ponta Grossa - PR	33,5 mi
Paraná	38,6 mi	Centro Oriental Paranaense - PR	33,5 mi	Viamão - RS	33,4 mi
Santa Catarina	33,5 mi	Serrana - SC	16,8 mi	Igrejinha - RS	19,0 mi

As cervejarias de grande porte do sul do Brasil (média de 264 mil m³/ano de cerveja) são responsáveis por 96% do potencial de produção de biogás do

Potencial de Produção de Biogás: Mapeamento de Substratos e sua Conversão Energética no Sul do Brasil

setor. As mesorregiões metropolitana de Porto Alegre e Curitiba possuem 29% do potencial proveniente das microcervejarias (com produção média de 134,6 m³ de cerveja por ano). Para cervejarias de pequeno porte (média de 437 m³/ano de cerveja) destacam-se as mesorregiões metropolitana de Porto Alegre e Vale do Itajaí com 51% do total.

A cidade com maior destaque no setor é Ponta Grossa - PR, localizada na região centro oriental paranaense. Seu potencial de produção de biogás (33,5 mi Nm³/ano) tem capacidade para gerar 69,7 GWh/ano de energia elétrica, o equivalente a energia elétrica necessária para produzir 4,9 mi de hectolitros de cerveja/ano.



Mapa 10 - Potencial de produção de biogás de cervejarias nas cidades do Sul do Brasil.

O potencial de produção de biogás de resíduos de cervejarias do sul do Brasil (128,4 mi Nm³/ano) tem capacidade para produzir 74,1 mi Nm³/ano de biometano que equivale a 106,8 mil m³/ano de etanol hidratado. Ademais, o dióxido de carbono removido do biogás para obtenção de biometano pode ser recuperado e utilizado no processo industrial do setor, sendo possível uma produção de 37,8 mi m³/ano de CO₂.

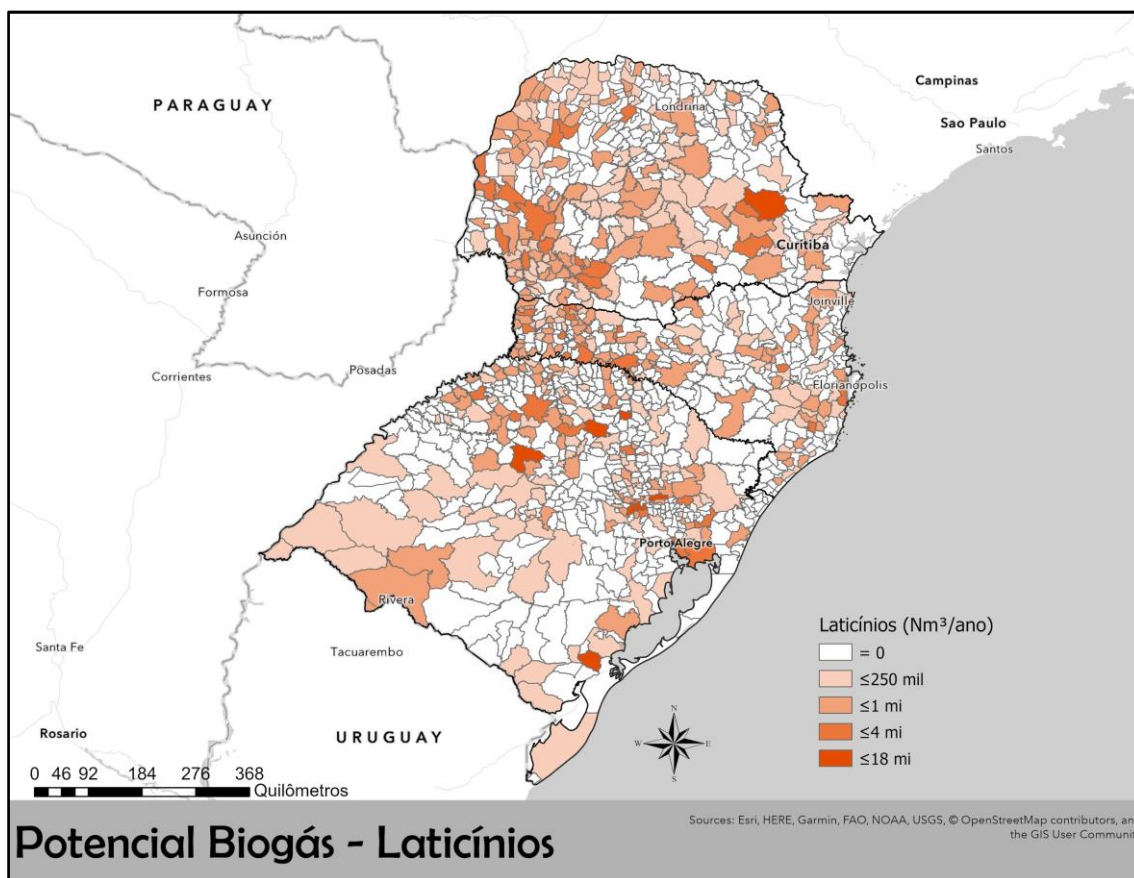
Potencial de Produção de Biogás: Mapeamento de Substratos e sua Conversão Energética no Sul do Brasil

Além disso, o biogás de cervejarias poderia ser destinado para geração de 266,6 GWh/ano de energia elétrica, suficiente para atender 101 mil residências ou 2,7% do consumo de energia elétrica do setor industrial do Rio Grande do Sul.

3.6 Laticínios

O Brasil permanece no ano de 2019 como quarto maior produtor de queijo e leite integral em pó do mundo. Foram produzidos 780 mil ton. de queijo, 598 mil ton. de leite em pó integral, além de 86 mil ton. de manteiga destinados em maior parte para consumo interno no país (USDA, 2020).

O potencial de produção de biogás de laticínios no sul do Brasil é de 236,9 mi Nm³/ano. O estado do Rio Grande do Sul detém 44% de todo o potencial do setor na região sul.



A distribuição do potencial entre as mesorregiões dos estados é coincidente com as bacias leiteiras principais constituídas das mesorregiões oeste paranaense e catarinense, sudoeste paranaense e noroeste rio-grandense.

Potencial de Produção de Biogás: Mapeamento de Substratos e sua Conversão Energética no Sul do Brasil

No estado do Paraná, as mesorregiões oeste e sudoeste paranaense concentram 43% do potencial estadual. Em Santa Catarina, a mesorregião oeste catarinense detém 66% do potencial do estado. Por fim, no Rio Grande do Sul, a mesorregião noroeste rio-grandense contém 48% do potencial do estado.

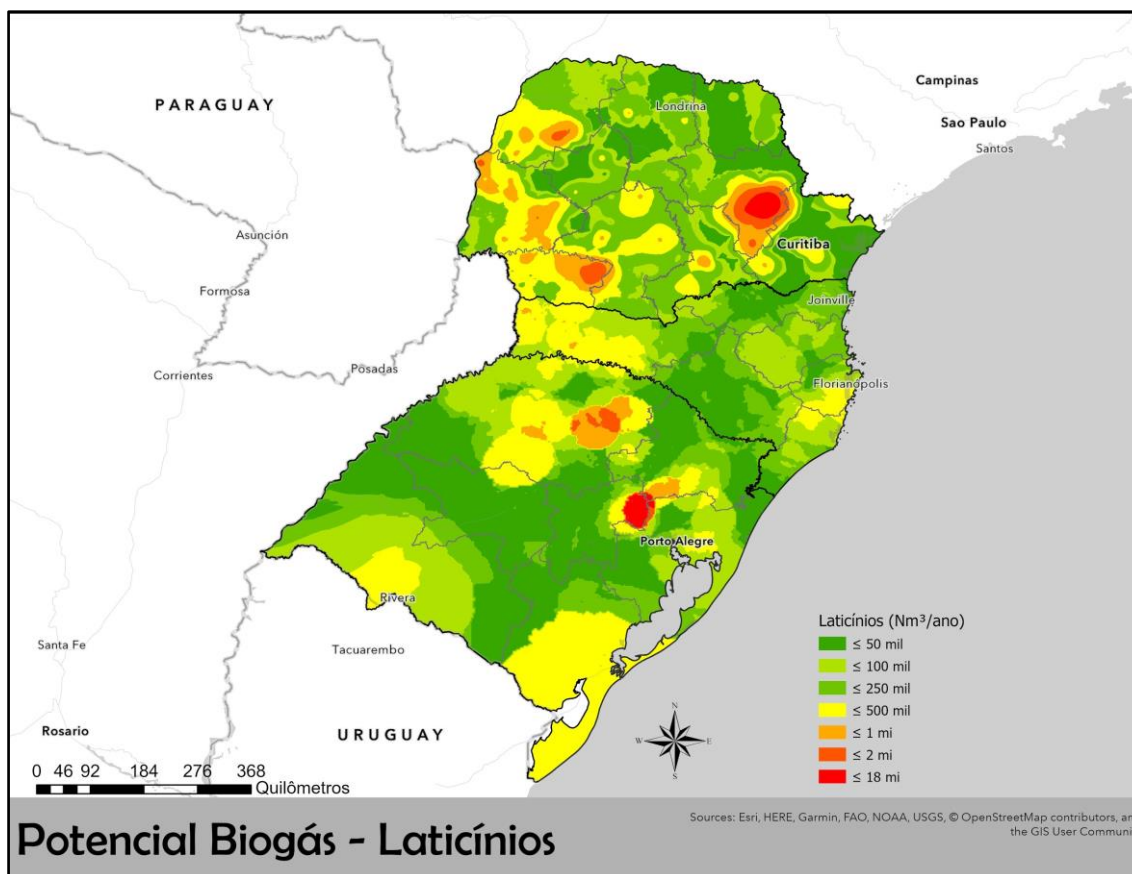
Tabela 11 - Ranking de Potencial de produção de biogás de laticínios.

Ranking Estadual	Potencial (Nm ³ /ano)	Ranking Mesorregião	Potencial (Nm ³ /ano)	Ranking Cidade	Potencial (Nm ³ /ano)
Rio Grande do Sul	105,8 mi	Noroeste Rio Grandense	51,4 mi	Teutônia - RS	18,5 mi
Paraná	77,8 mi	Oeste Catarinense	35,1 mi	Passo Fundo - RS	11,1 mi
Santa Catarina	53,2 mi	Centro Oriental Rio Grandense	27,6 mi	Carlos Barbosa - RS	6,2 mi

Os laticínios de grande porte (industrialização média de 33,2 mil m³ de leite por ano) totalizam um potencial de 201,1 mi Nm³/ano (85% do setor), o equivalente a 90,2 mil m³ de diesel por ano. Ademais, 9% do potencial do setor (20,6 mi Nm³/ano) está atrelado às micro empresas no ramo lácteo (média de 5,4 mil m³ de leite por ano) e 6% a laticínios de pequeno porte com industrialização média de 11,6 mil m³ de leite por ano (potencial de produção de biogás de 15,1 mi Nm³/ano). As mesorregiões noroeste rio-grandense e oeste catarinense se destacam em todos os portes da indústria láctea, garantindo assim as primeiras colocações do ranking de potencial do setor na região sul do Brasil.

A cidade de Teutônia, localizada na mesorregião centro oriental rio grandense, possui o maior potencial de produção de biogás de laticínios do sul do Brasil (ranking de cidades). Os efluentes das indústrias de laticínios da cidade têm potencial de produzir biogás suficiente para substituir 42 mil ton./ano de lenha, empregada em caldeiras do setor para geração de vapor.

Potencial de Produção de Biogás: Mapeamento de Substratos e sua Conversão Energética no Sul do Brasil



Mapa 12 – Potencial de produção de biogás de laticínios nas cidades do Sul do Brasil.

O potencial de produção de biogás de laticínios do sul do Brasil (236,9 mi Nm^3/ano) tem capacidade para produzir 122,1 mi m^3/ano de biometano que possui equivalência ao gás natural, podendo substituí-lo.

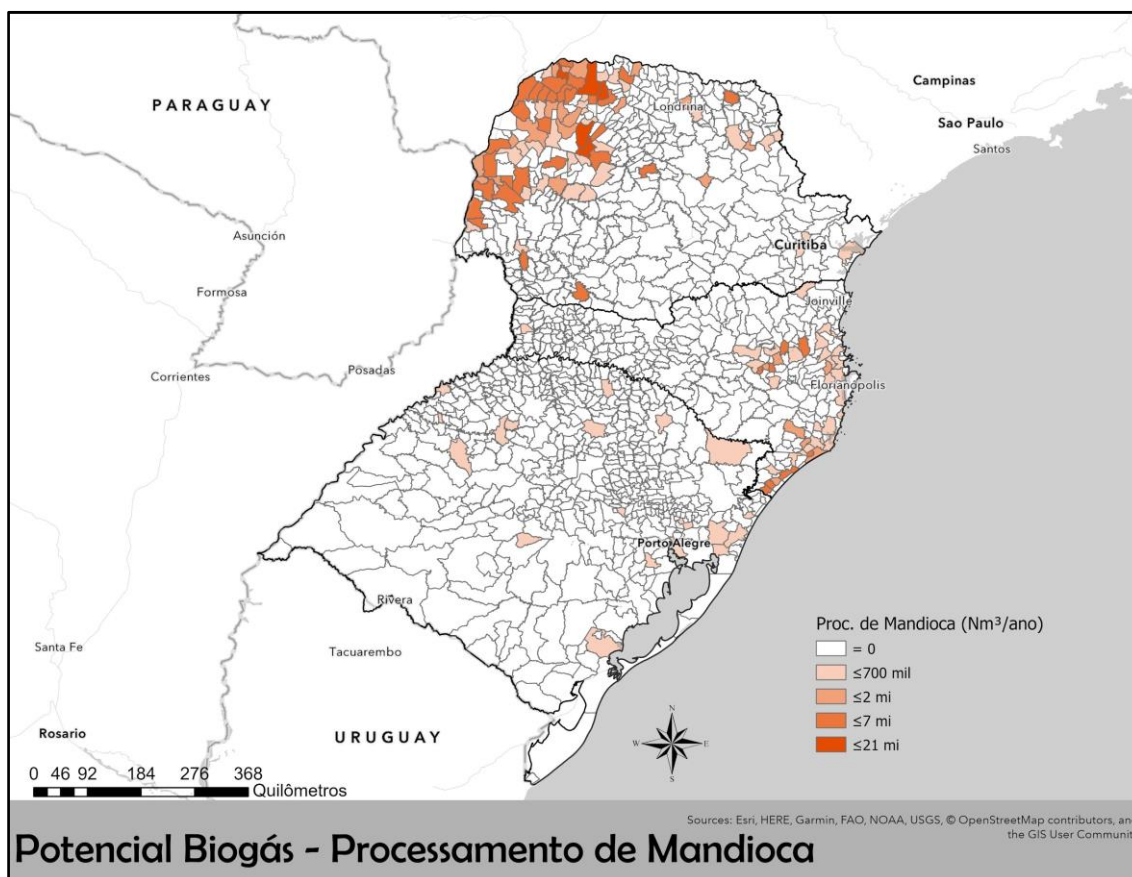
Já na produção de energia elétrica, é possível gerar 491,5 GWh/ano, suficiente para abastecer uma cidade de 172 mil habitantes ou atender 5% do consumo residencial do Rio Grande do Sul.

3.7 Processamento de Mandioca

A produção de mandioca no Brasil no ano safra de 2019 foi de 18,9 milhões de toneladas em uma área plantada de 1,3 milhões de hectares. A região sul do Brasil foi responsável por 23% da produção nacional (4,4 milhões de toneladas) em uma extensão de 202,8 mil hectares, sendo que, 71% da produção da região está concentrada no estado do Paraná (IBGE, 2020).

A cultura da mandioca tem forte impacto econômico, social e cultural no país sendo destinada para produção de diversos insumos alimentares como fécula, farinha e amido. No ano de 2018, o Brasil produziu 536,6 mil toneladas de fécula de mandioca com avanço de 27% frente ao ano de 2017 (FELIPE, 2019).

O potencial de produção de biogás das indústrias de processamento de mandioca da região sul do Brasil é de 236,6 mi Nm³/ano. O estado do Paraná concentra 80% de todo o potencial do setor da região.



Potencial de Produção de Biogás: Mapeamento de Substratos e sua Conversão Energética no Sul do Brasil

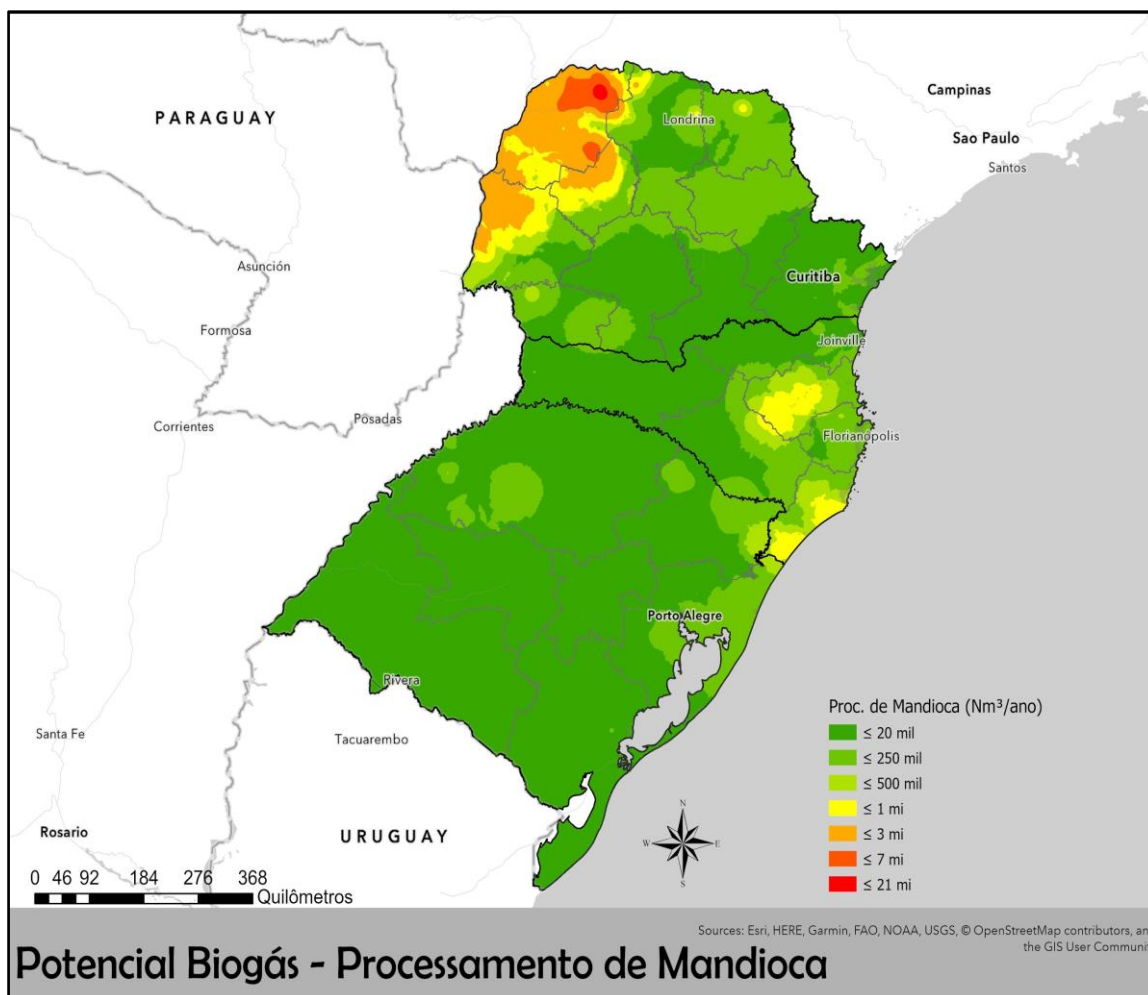
Neste sentido, a mesorregião noroeste paranaense detém um grande número de empresas do ramo de todos os portes, garantindo assim sua primeira colocação no ranking de mesorregião com maior potencial do setor. As indústrias de micro e pequeno porte que industrializam mandioca no sul do país correspondem a 28% do potencial do setor, com capacidade de produzir 37,2 mi m³/ano de biometano (equivalente ao gás natural).

Tabela 12 - Ranking de Potencial de produção de biogás da indústria de mandioca.

Ranking Estadual	Potencial (Nm ³ /ano)	Ranking Mesorregião	Potencial (Nm ³ /ano)	Ranking Cidade	Potencial (Nm ³ /ano)
Paraná	190,1 mi	Noroeste Paranaense	115,2 mi	Paranavaí - PR	21,5 mi
Santa Catarina	42,4 mi	Oeste Paranaense	25,8 mi	Cianorte - PR	13,6 mi
Rio Grande do Sul	4,0 mi	Centro Ocidental Paranaense	21,7 mi	Alto Paraná - PR	7,6 mi

As cidades de Paranavaí, Cianorte e Alto Paraná localizadas no noroeste paranaense são destaque do setor com 37% do potencial da mesorregião, podendo gerar energia elétrica suficiente para abastecer uma população de 31 mil habitantes (cerca de 15% da população total das três cidades).

Potencial de Produção de Biogás: Mapeamento de Substratos e sua Conversão Energética no Sul do Brasil



Mapa 14 – Potencial de produção de biogás da ind. de mandioca nas cidades do Sul do Brasil.

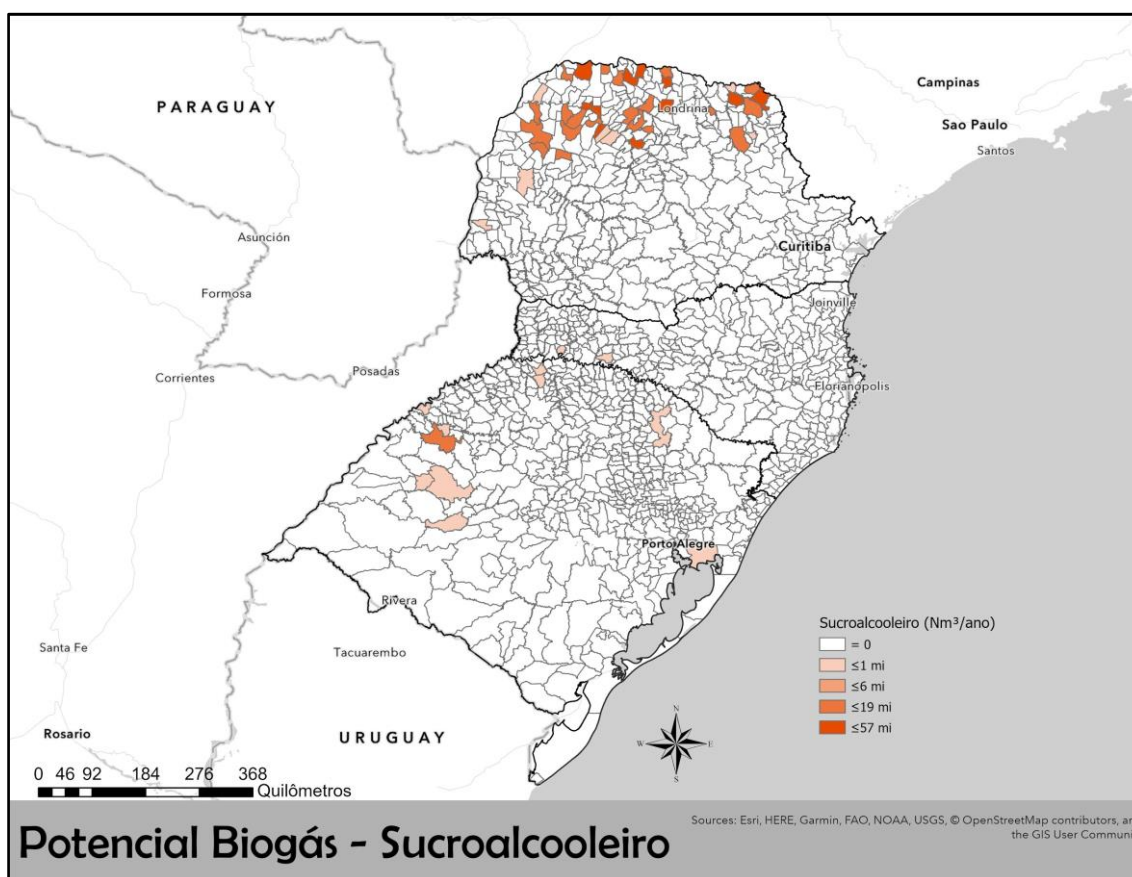
O potencial de produção de biogás proveniente de resíduos da indústria processadora de mandioca (236,6 mi Nm³/ano) do sul do Brasil tem possibilidade de gerar anualmente 1,2 mil GWh de energia térmica de queima direta podendo ser empregado para substituir 541,8 mil toneladas por ano de lenha (comumente empregada em caldeiras das indústrias do setor). Além disso, se utilizado para geração de energia elétrica, poderia suprir a demanda de 25% da iluminação pública da região sul do Brasil.

3.8 Sucroalcooleiro

No Brasil foram moídas cerca de 642,7 milhões de toneladas de cana de açúcar em 2019, sendo que, aproximadamente 35% foi processada para produção de açúcar e 65% para etanol (CONAB, 2019). O país é o maior produtor e exportador de açúcar do mundo, com uma produção de 29,9 milhões de toneladas em 2019 (USDA, 2020).

A cana de açúcar é a principal fonte de matéria prima utilizada para produção de etanol no Brasil, seguida pelo milho. A produção de etanol (a partir da cana de açúcar) foi de 33,8 bilhões de litros com crescimento de 4,6% em comparação com a safra de 2018/19 (CONAB, 2019).

O potencial de produção de biogás do setor sucroalcooleiro do sul do Brasil é de 584,5 mi Nm³/ano, sendo que o estado do Paraná retém 97% deste potencial.



Mapa 15 - Potencial de Produção de biogás da ind. sucroalcooleira para as cidades da região sul do Brasil.

Potencial de Produção de Biogás: Mapeamento de Substratos e sua Conversão Energética no Sul do Brasil

As mesorregiões norte central, noroeste e norte pioneiro paranaense concentram 98% do potencial do setor no Estado do Paraná, com capacidade de produção de biogás correspondente a 291 mi L/ano de diesel.

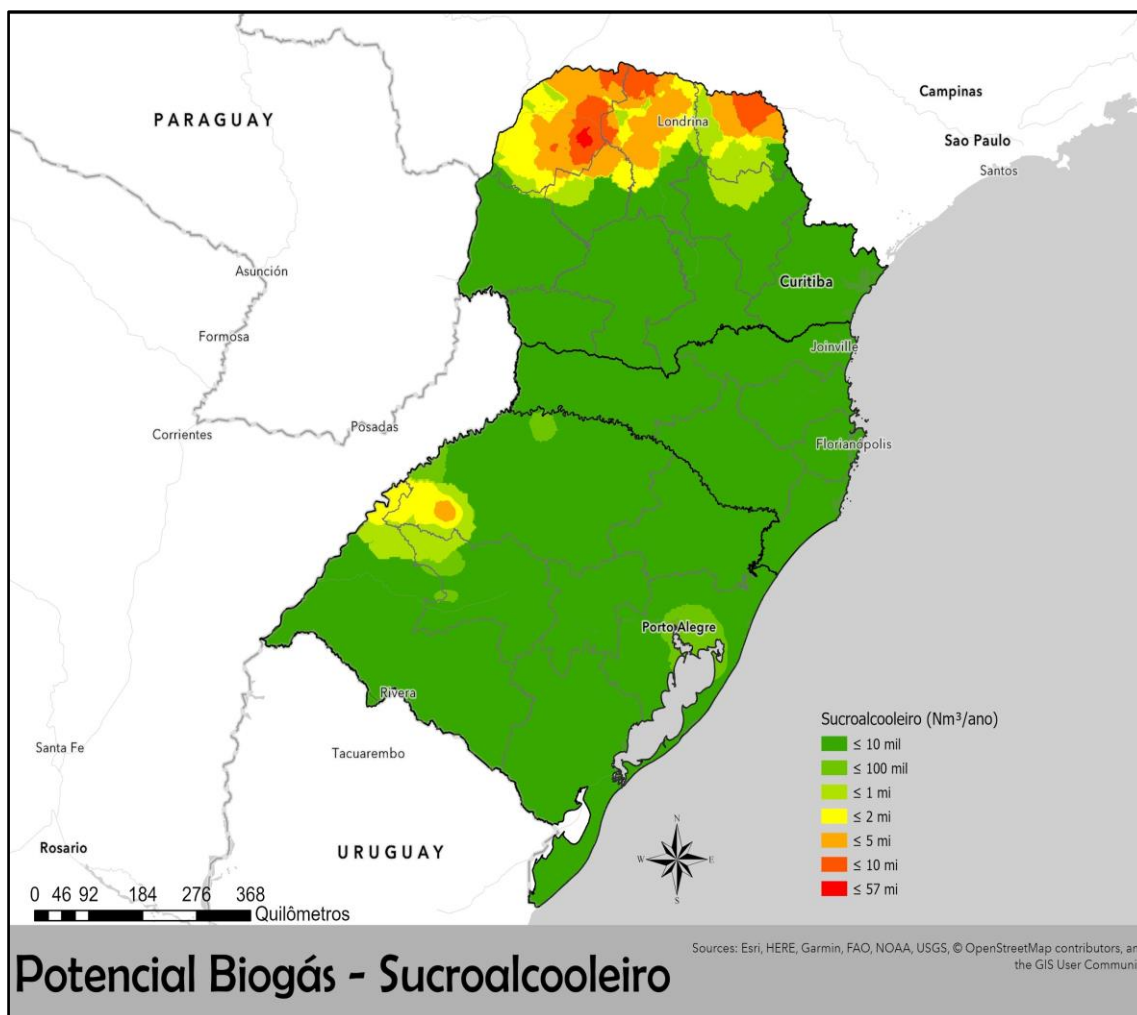
Tabela 13 - Ranking de Potencial de produção de biogás da indústria sucroalcooleira.

Ranking Estadual	Potencial (Nm ³ /ano)	Ranking Mesorregião	Potencial (Nm ³ /ano)	Ranking Cidade	Potencial (Nm ³ /ano)
Paraná	568,3 mi	Noroeste Paranaense	254,6 mi	São Carlos do Ivaí - PR	57,4 mi
Rio Grande do Sul	16,1 mi	Norte Central Paranaense	190,0 mi	Jacarezinho - PR	43,6 mi
Santa Catarina	24,8 mil	Norte Pioneiro Paranaense	114,9 mi	Colorado - PR	39,4 mi

Os resíduos da produção de açúcar no sul do Brasil são responsáveis por apenas 9% do potencial de produção de biogás do setor, sendo que os resíduos provenientes da obtenção do etanol (91%) têm capacidade de produção de biogás equivalente a 276 mi L/ano de diesel.

A cidade de São Carlos do Ivaí (primeira cidade no ranking de potencial do setor), localizada no noroeste paranaense tem capacidade de produzir energia elétrica a partir do biogás para atender a demanda de uma população de 41,7 mil habitantes (cerca de seis vezes a sua população atual).

Potencial de Produção de Biogás: Mapeamento de Substratos e sua Conversão Energética no Sul do Brasil



Mapa 16 – Potencial de produção de biogás da ind. sucroalcooleira nas cidades do Sul do Brasil.

O potencial de produção de biogás dos resíduos da indústria sucroalcooleira do sul do Brasil ($584,5 \text{ mi Nm}^3/\text{ano}$) tem capacidade de produção de $349,5 \text{ mi Nm}^3/\text{ano}$ de biometano. Além do mais, se empregado na geração de energia elétrica, poderia produzir anualmente $1,2 \text{ mil GWh}$, suficiente para abastecer $459,5 \text{ mil}$ residências ou suprir $3,7\%$ da demanda industrial do sul do Brasil.

4. Panorama do Potencial de produção de Biogás no Sul do Brasil

Os resíduos provenientes da pecuária (aves, bovinos e suínos) e agroindústria (abatedouros, cervejarias, laticínios, processamento de mandioca e sucroalcooleiras) localizadas nos estados da região sul do Brasil, contabilizam um potencial de produção de biogás de 2,9 bi Nm³/ano. Deste montante total, 47% são atribuídos aos resíduos da pecuária, sendo que a suinocultura é o setor com maior expressividade no potencial de biogás no sul do Brasil (Gráfico 1).

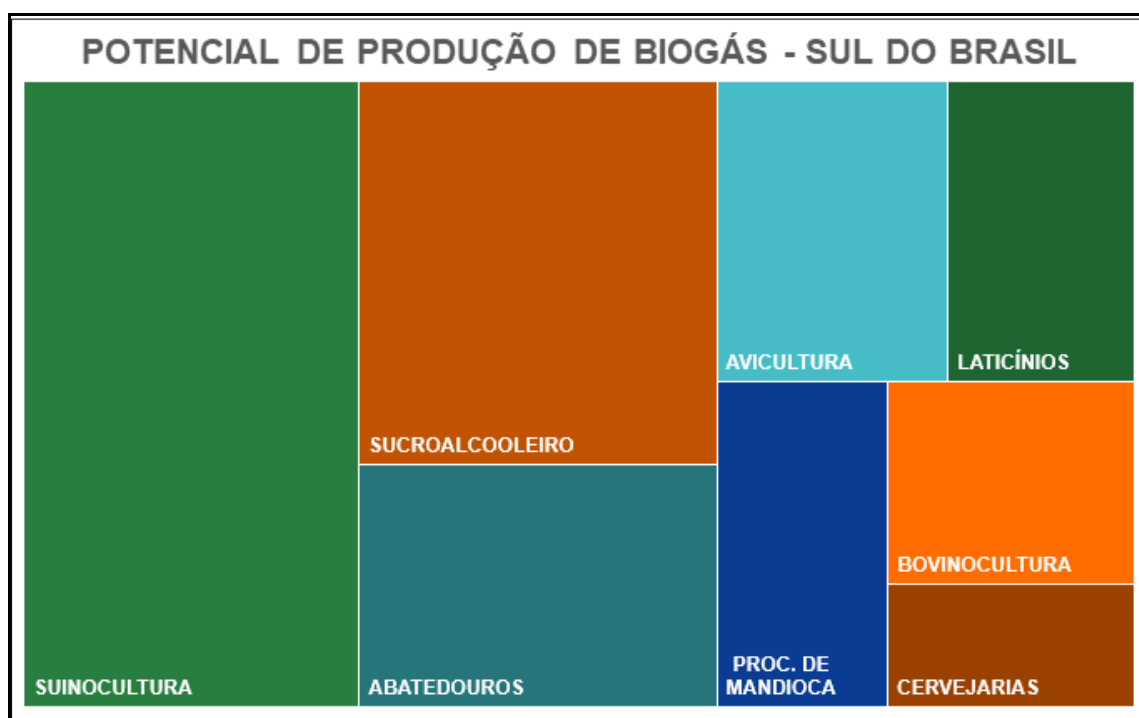
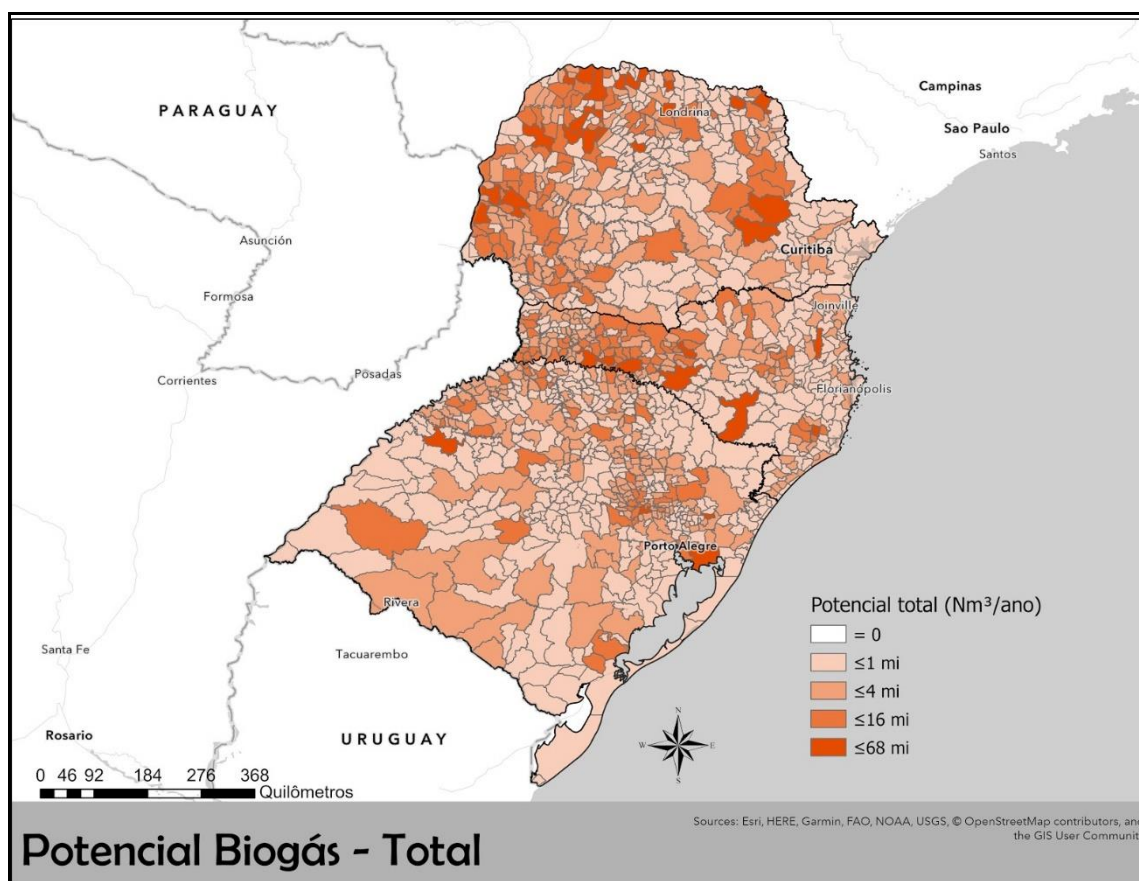


Gráfico 1 - Mapa de árvore do potencial de produção de biogás por categoria.

Cabe destacar que a baixa participação da bovinocultura no potencial do sul do Brasil se deve ao fato de que foram considerados apenas bovinos de corte criados em sistema de confinamento. Esta objeção foi adotada devido ao gargalo tecnológico do manejo de dejetos desta categoria, sendo que os resíduos provenientes de sistemas de confinamento estão mais prontamente disponíveis para utilização. Porém, ressalta-se que apenas 7,3% dos animais da bovinocultura de corte são provenientes de confinamento (sul do Brasil), o que reforça a importância de desenvolvimento de tecnologias para ampliar as possibilidades do setor.

Potencial de Produção de Biogás: Mapeamento de Substratos e sua Conversão Energética no Sul do Brasil

O estado do Paraná lidera o ranking de potencial de produção de biogás do sul do Brasil, isto porque grande parte da contribuição se deve ao setor sucroalcooleiro (38%) que está alocado em maior proporção no estado. O segundo setor com maior evidência no potencial do estado é a suinocultura (17%). Em Santa Catarina (segunda no ranking de potencial estadual) e no Rio Grande do Sul destacam-se a suinocultura (com 52% em SC e 35% no RS) e abatedouros (com 14% e 19% em SC e no RS respectivamente).



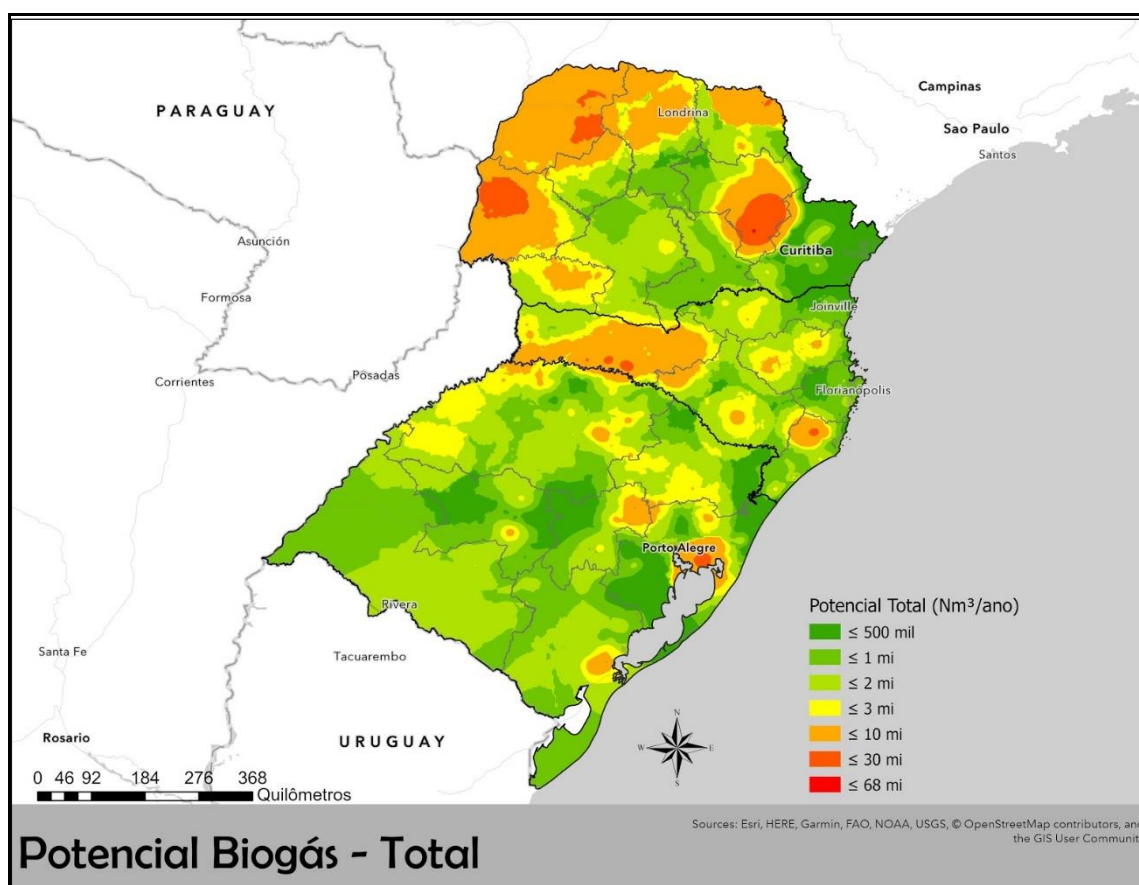
A mesorregião oeste catarinense é a primeira do ranking de potencial do sul do Brasil, sendo que 61% de seu potencial é proveniente da suinocultura. Já na mesorregião noroeste paranaense (segunda do ranking) 85% do potencial é proveniente das indústrias de processamento de mandioca e sucroalcooleiras. Assim como o oeste catarinense, o noroeste rio-grandense (terceiro do ranking) tem seu potencial destacado também pela suinocultura (48%).

Potencial de Produção de Biogás: Mapeamento de Substratos e sua Conversão Energética no Sul do Brasil

Tabela 14 - Ranking de Potencial de produção de biogás total.

Ranking Estadual	Potencial (Nm³/ano)	Ranking Mesorregião	Potencial (Nm³/ano)	Ranking Cidade	Potencial (Nm³/ano)
Paraná	1,4 bi	Oeste Catarinense	468,1 mi	Toledo- PR	68,0 mi
Santa Catarina	743,3 mi	Noroeste Paranaense	432,1 mi	São Carlos do Ivaí - PR	57,5 mi
Rio Grande do Sul	736,1 mi	Noroeste Rio-Grandense	323,2 mi	Jacarezinho - PR	46,8 mi

A cidade de Toledo na mesorregião oeste do Paraná é a primeira do ranking de potencial entre as cidades, sendo que 63% de seu potencial é proveniente da suinocultura. As cidades de São Carlos do Ivaí (noroeste paranaense) e Jacarezinho (norte pioneiro paranaense) têm seu potencial baseado no setor sucroalcooleiro (99% e 93% do potencial respectivamente).



Mapa 18 - Potencial de produção de biogás nos municípios do Sul do Brasil.

O potencial de produção de biogás da pecuária e agroindústria do sul do Brasil (2,9 bi Nm³/ano), tem potência de 769 MWe que equivale a

Potencial de Produção de Biogás: Mapeamento de Substratos e sua Conversão Energética no Sul do Brasil

aproximadamente a potência nominal de uma unidade geradora da Itaipu Binacional. Ademais, poderia gerar 6,1 mil GWh/ano de energia elétrica suficiente para suprir 21% da demanda rural do Brasil. Caso o biogás fosse destinado a produção de combustível veicular, poderia produzir anualmente 1,7 bi Nm³ de biometano.

Sob o aspecto ambiental, se o metano produzido a partir do biogás fosse recuperado, deixariam de ser lançados na atmosfera cerca de 16 mi de toneladas de CO₂eq, evidenciando os impactos positivos do biogás para o meio ambiente e sociedade.

Um outro aspecto a ser levado em conta é que não só o metano, mas também o dióxido de carbono (segundo elemento em maior concentração no biogás) pode se tornar um insumo valorizado em processos industriais. Este pode ser aplicado nos mais diversos fins, como insensibilização de animais em abatedouros e frigoríficos, processo de carbonatação na indústria cervejeira, refrigeração industrial, cultivo de plantas em estufas entre outros.

Considerando que o biogás possui cerca de 40% de dióxido de carbono em sua composição, e que o potencial de produção de biogás das agroindústrias do sul do Brasil (laticínios, cervejarias e abatedouros) seja de 733 mi Nm³/ano, seria possível recuperar cerca de 273 mi m³/ano de dióxido de carbono (em um grau de pureza de 99%).

No Brasil é permitida a utilização do CO₂ para insensibilização de animais, método que padroniza o abate humanitário para poupar animais de sofrimento e dor. A IN 03/2000, estabelece que a concentração de CO₂ na mistura de gases utilizada para insensibilizar animais deve ser no mínimo de 30% para aves e 70% para suínos. Neste contexto, seria possível destinar, a partir da produção de biogás de abatedouros, 128,6 mi m³CO₂/ano para insensibilização de aves e 84,2 mi m³CO₂/ano para insensibilização de suínos.

A incorporação de dióxido de carbono proveniente do biogás em processos industriais pode indicar um mercado atrativo a ser explorado, gerando maior praticabilidade ao refino do biogás.

5. Considerações finais

O avanço do agronegócio proporciona novas oportunidades para a cadeia do biogás em todo o Brasil, sendo a digestão anaeróbia uma excelente aliada no tratamento de resíduos e integração de valor ao mercado. Países que importam produtos agropecuários brasileiros têm exigido cada vez mais cuidados com parâmetros de proteção ao clima e a produção de biogás pode ser considerada uma peça-chave neste quebra-cabeças.

As informações apresentadas retratam a dimensão do potencial de produção de biogás no sul do Brasil, indicando grandes oportunidades em vários setores com destaques para a suinocultura e indústria sucroalcooleira (detentoras do maior potencial da região sul). O desenvolvimento de tecnologias que contribuam para o manejo e tratamento destes e outros resíduos aqui elencados, estão diretamente relacionados ao alcance do potencial teórico estimado.

Cabe destacar que os efeitos positivos da produção de biogás vão além de aspectos energéticos e econômicos, sendo o impacto social e ambiental de extrema valia para toda a sociedade e sua quantificação e qualificação podem representar benefícios estratégicos para os diversos segmentos capazes de explorar esta fonte renovável.

Agradecimentos

O presente relatório é resultado de esforço empreendido pelo Centro Internacional de Energias Renováveis – CIBiogás e a Associação Brasileira de Biogás – ABiogás. Agradecemos aos parceiros pela elaboração e validação técnica do conteúdo aqui apresentado.

REFERÊNCIAS

- ABPA - Associação Brasileira de Proteína Animal. **Relatório Anual 2020**, 160p., 2020. Disponível em:<https://abpa-br.org/wp-content/uploads/2020/05/abpa_relatorio_anual_2020_portugues_web.pdf>
- CIBIOGÁS. Nota Técnica: N° 001/2018 – **Produção de biogás a partir da biodigestão de dejetos suínos em fase de terminação no Oeste do Paraná**. 4p., Foz do Iguaçu, 2018.
- CIBIOGÁS. Nota Técnica: N° 01/2019 – **Produção de biogás a partir de dejetos da bovinocultura de leite e corte**. 8p., Foz do Iguaçu, fevereiro de 2019.
- CIBIOGÁS. Nota Técnica: N° 002/2018 – **Características técnicas do biogás**. 8p., Foz do Iguaçu, novembro de 2018.
- CEPEA - Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. **PIB do agronegócio encerra 2019 com alta de 3,81%**, 2019. Disponível em:<<https://www.cepea.esalq.usp.br/br/releases/pib-agro-cepea-pib-do-agronegocio-encerra-2019-com-alta-de-3-81.aspx>>
- CETESB - COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. **Guia técnico ambiental de frigoríficos: industrialização de carne bovina e suína**. São Paulo: CETESB, 2008.
- COLIN, X.; FARINET, J.L.; ROJAS, O.; ALAZARD, D. Anaerobic treatment starch of cassava extraction wastewater using a horizontal flow filter with bamboo as support. **Bioresource Technology**, Amsterdam, v.98, n.8, p.1.602-1.607, 2007.
- CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Produção de etanol deve chegar a 35,5 bilhões de litros e consumirá 65% da safra**, 2019. Disponível em:<<https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/3202-producao-de-etanol-deve-chegar-a-35-5-bilhoes-de-litros-e-consumira-65-da-cana-molda>>
- EMBRAPA. Circular Técnica 41 – **Uso da cama de frango na produção de biogás**. ISSN 0102-3713. 12p., Concórdia – SC, dezembro de 2004.
- EMBRAPA. Suínos e Aves. **Estatísticas - Desempenho da produção**, 2020. Disponível em:<<https://www.embrapa.br/suinos-e-aves/cias/estatisticas>>
- FELIPE, F. I. **Produção e consumo de fécula de Mandioca no Brasil**, CEPEA - USP, 2019. Disponível em:<<https://www.cepea.esalq.usp.br/br/opinio-ao-cepea/producao-e-consumo-de-fecula-de-mandioca-no-brasil.aspx>>
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Levantamento sistemático da produção agrícola**. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1618>>
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário 2017 - Resultados Definitivos**. Disponível em:<<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-agropecuario/censo-agropecuario-2017>>
- MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Anuário da Cerveja 2019**, 20p., 2020. Disponível em:<http://www.cervbrasil.org.br/novo_site/wp-content/uploads/2020/03/anuario-cerveja-WEB.pdf>
- MARCUSSO, E. F.; MULLER, C. V. **A Cerveja no Brasil: O ministério da agricultura informando esclarecendo**, 5p., 2017. Disponível em:<<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-vegetal/publicacoes/a-cerveja-no-brasil-28-08.pdf>>
- MORAES, L. M.; JUNIOR, D. R. P. **Gerenciamento de resíduos de abatedouro de aves: alternativas de manejo e tratamento**. 20° Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, p. 3618 - 3624, 2004.

Potencial de Produção de Biogás: Mapeamento de Substratos e sua Conversão Energética no Sul do Brasil

OLIVEIRA, R. D.; **Geração de energia elétrica a partir do biogás produzido pela fermentação anaeróbia de dejetos em abatedouro e as possibilidades no mercado de carbono**. Curso de Engenharia Elétrica (Trabalho de conclusão de curso), Escola de Engenharia de São Carlos, 98p., São Carlos, 2009.

RECEITA FEDERAL. **Dados públicos CNPJ**. Disponível em:<<https://receita.economia.gov.br/orientacao/tributaria/cadastros/cadastro-nacional-de-pessoas-juridicas-cnpj/dados-publicos-cnpj>>

SANTOS, M. S.; RIBEIRO, F. M. **Cervejas e Refrigerantes**. São Paulo: CETESB, 2005.

SCHNICKE, H. P. **Oportunidades de Negócio para a Comercialização do CO2 de uma Planta de Biogás**. PROBIOGÁS. 27p., 2015.

USDA - United States Department of Agriculture. **Dairy Production and Trade Developments**, 21p., 2020. Disponível em:<<https://downloads.usda.library.cornell.edu/usda-esmis/files/5t34sj56t/p2677h26v/ks65j1241/dairy.pdf>>

USDA - United States Department of Agriculture. **Sugar: World Markets and Trade**, 8p., 2020. Disponível em:<<https://downloads.usda.library.cornell.edu/usda-esmis/files/z029p472x/34850331h/5d86pk13p/Sugar.pdf>>

USDA - United States Department of Agriculture. **Livestock and Poultry: World Markets and Trade**, 16p., 2020. Disponível em:<https://downloads.usda.library.cornell.edu/usda-esmis/files/73666448x/tq57pc63r/5d86pm455/livestock_poultry.pdf>

VILLA, R. D.; SILVA, M. R. A.; NOGUEIRA, R.F. P. **Potencial de aplicação do processo fotofenton/solar como pré-tratamento de efluente da indústria de laticínios**. Química Nova, v. 30, n. 8, p. 1799 1803, 2007.

ZEN, S. de; IGUMA, M. D.; ORTELAN, C. B.; SANTOS, V. H. S. dos; FELLI, C. B. **Evolução da avicultura no Brasil**. Informativo CEPEA, Ano 1, Ed.1, 2014. Disponível em:<<https://www.cepea.esalq.usp.br/upload/revista/pdf/0969140001468869743.pdf>>



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