



# O \_ POTENCIAL BRASILEIRO DE BIOGÁS

**ABiogás**  
Associação Brasileira do Biogás



# INSTITUCIONAL

## SOBRE A ABIOGÁS

**A** ABiogás - Associação Brasileira do Biogás e do Biometano é uma pessoa jurídica de direito privado, de âmbito nacional e sem fins lucrativos, que tem o objetivo de congregiar os interesses das sociedades, estabelecidas no país e no exterior, que se dedicuem ao desenvolvimento da produção e do consumo do biogás e do biometano, divulgando e promovendo estas fontes de energia, no sentido de possibilitar sua efetiva e significativa participação na matriz energética brasileira.

Fundada em 2013, atua como um canal de interlocução com a sociedade civil, os Governos Federal e Estaduais, as autarquias e os órgãos responsáveis pelo planejamento energético brasileiro. Conta, atualmente, com 68 empresas associadas, representantes de toda a cadeia de valor do biogás e, sendo a entidade mais relevante no setor de biogás, tem buscado constantemente o debate sobre os diversos assuntos relevantes do setor através de reuniões, debates, palestras e eventos setoriais.

# EMPRESAS ASSOCIADAS



## CONCEITOS E DEFINIÇÕES

<b>ABRELPE</b>	Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais
<b>ANP</b>	Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis
<b>Biogás</b>	Gás bruto obtido da decomposição biológica de resíduos orgânicos;
<b>Biometano</b>	Gás constituído essencialmente de metano, derivado da purificação do Biogás
<b>CONAB</b>	Companhia Nacional de Abastecimento Eficiência elétrica
<b>IBGE</b>	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
<b>MS</b>	Matéria Seca
<b>Nm<sup>3</sup></b>	Normal metro cúbico
<b>RSU</b>	Resíduo Sólido Urbano
<b>SV</b>	Sólidos Voláteis.



## LISTA DE FIGURAS

Potencial brasileiro de biogás 2020 .....	08
Sucroenergia – potencial por substrato do setor .....	09
Agronegócio - potencial por substrato do setor .....	09
Saneamento – potencial por substrato do setor .....	10
Premissas de cálculo - Potencial do Biogás de cana-de-açúcar no Brasil .....	11
Potencial de biogás para cada resíduo e efluente do setor sucroenergético na safra 2019/2020, em Nm <sup>3</sup> /ano .....	13
Premissas de cálculo - Potencial do Biogás de abatedouros no Brasil .....	14
Premissas de cálculo - Potencial do Biogás de dejetos animais no Brasil .....	16
Premissas de cálculo - Potencial do Biogás de laticínios no Brasil .....	17
Premissas de cálculo - Potencial do Biogás de mandioca no Brasil .....	18
Premissas de cálculo - Potencial do Biogás de palha de milho no Brasil .....	19
Premissas de cálculo - Potencial do Biogás de soja no Brasil .....	20
Potencial de biogás para cada resíduo e efluente do agronegócio no ano de 2019, em Nm <sup>3</sup> /ano. ....	20
Premissas de cálculo - Potencial do Biogás da Fração Orgânica dos Resíduos Sólidos Urbanos .....	22
Potencial de biogás nos cenários propostos .....	23
Premissas de cálculo - Potencial do biogás do esgoto sanitário no Brasil .....	24
Potencial máximo de biogás para o setor de esgoto sanitário no ano de 2019, em Nm <sup>3</sup> /ano. ....	25
Potencial brasileiro de energia elétrica a partir do biogás em 2019. ....	26
Potencial brasileiro de biometano no ano de 2019, em Nm <sup>3</sup> /ano. ....	27
Representatividade dos estados no potencial brasileiro de biogás em 2019. ....	27

# SUMÁRIO

1. SETOR SUCROENERGÉTICO .....	11
2. AGRONEGÓCIO .....	14
2.1 Abatedouros .....	14
2.2 Dejetos animais .....	15
2.3 Laticínios .....	16
2.4 Mandioca .....	17
2.5 Milho .....	18
2.6 Soja .....	19
3. SANEAMENTO .....	21
3.1 Resíduos Sólidos Urbanos .....	21
3.2 Esgoto Sanitário .....	23
4. BIOGÁS E ENERGIA .....	26





# INTRODUÇÃO

Desde 2015 a ABiogás publica, anualmente, a atualização do “Potencial Brasileiro de Biogás”. Com orgulho, esses valores têm se tornado uma referência para entidades públicas e privadas para a discussão e implementação de Políticas Públicas, leis, projetos, criação de novos modelos de negócio, entre outros desafios que o setor vem paulatinamente vencendo ao longo dos últimos dez anos.

No entanto, pela primeira vez a ABiogás publica uma Nota Técnica, na qual traz os fundamentos de levantamento do Potencial Brasileiro de Biogás, com o intuito de divulgar informações mais detalhadas da metodologia de cálculo para consulta geral de todos os interessados.

Desde o primeiro estudo publicado, a ABiogás divide o potencial de biogás em três grandes setores, levando em consideração suas particularidades e potencialidades. São eles Saneamento, Agroindústria e Sucreenergético.

Assim sendo, cada setor será debatido e apresentado em um capítulo, após a apresentação dos dados nacionais e estaduais da atualização de 2020 do Potencial Brasileiro de Biogás e Biometano.

Cabe salientar que o objetivo do Potencial Brasileiro de Biogás é apresentar o máximo potencial técnico possível com os resíduos considerados no estudo. Ou seja, os cenários traçados consideram sempre o máximo potencial técnico obtido em modelos de negócio reais. Diversos dados serão abstridos da Nota Técnica a fim de preservar dados sigilosos das empresas associadas, que colaboram com a ABiogás para desenvolver um estudo dentro da realidade do cenário brasileiro.



## 1. POTENCIAL BRASILEIRO DE BIOGÁS 2020

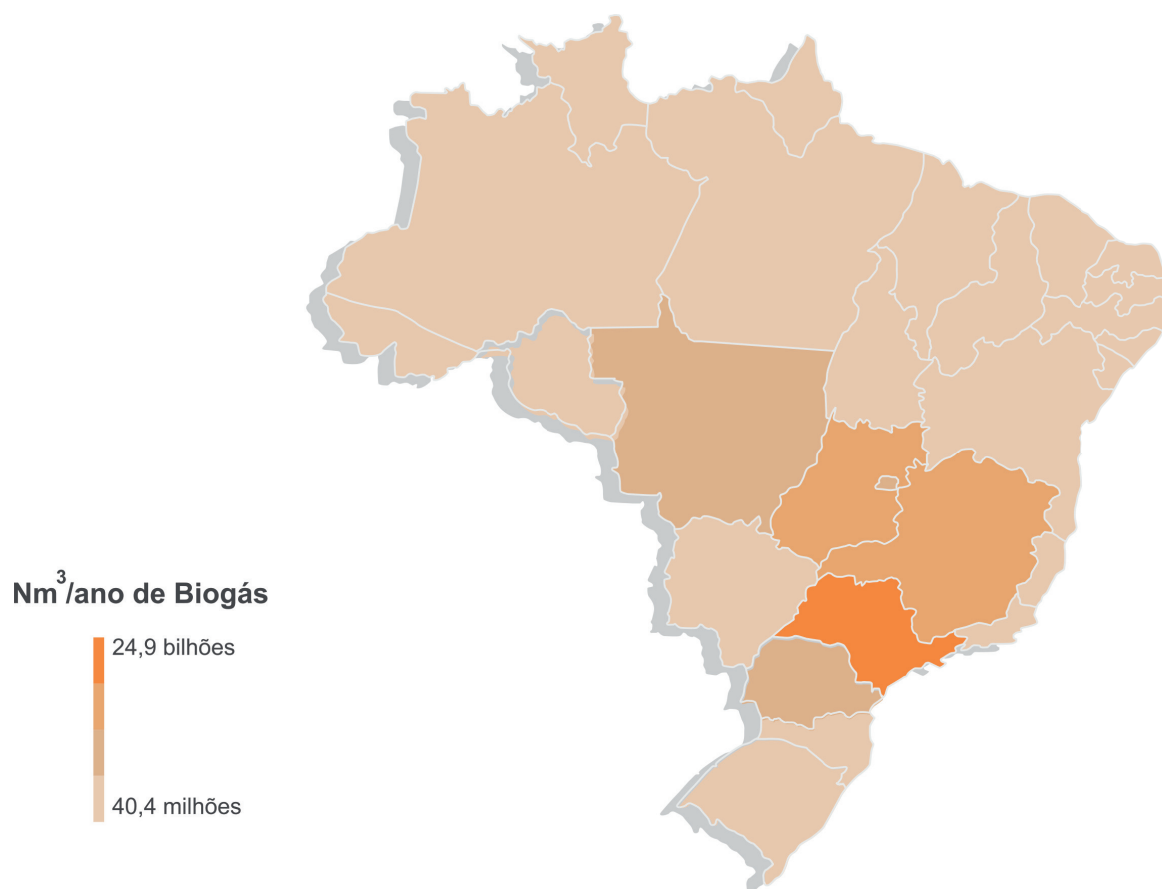
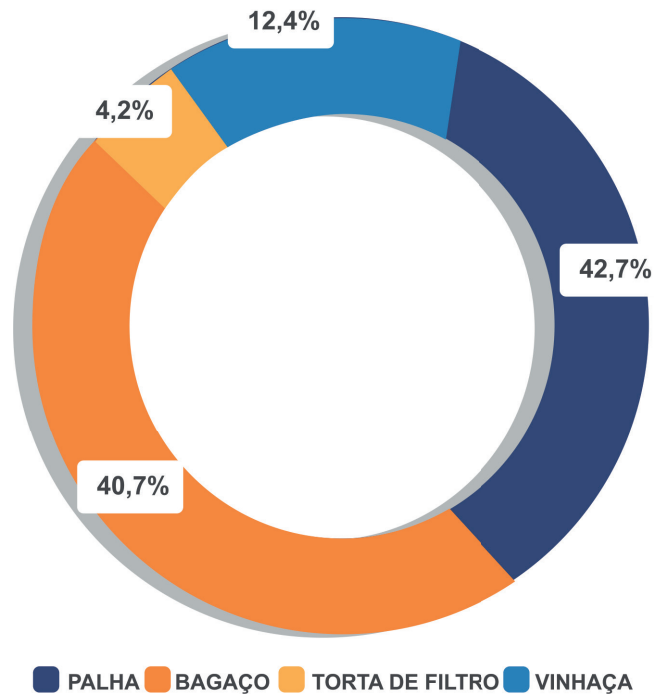
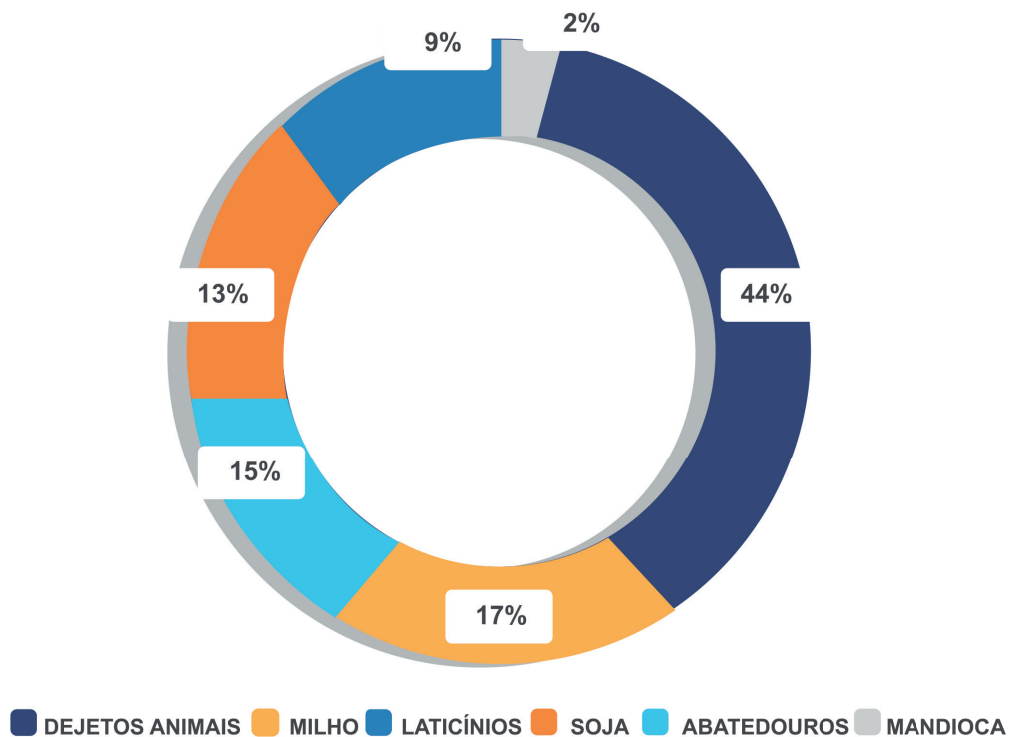


Figura 1. Distribuição do potencial brasileiro de biogás por Estado em 2019.

### SUCROENERGIA – POTENCIAL POR SUBSTRATO DO SETOR

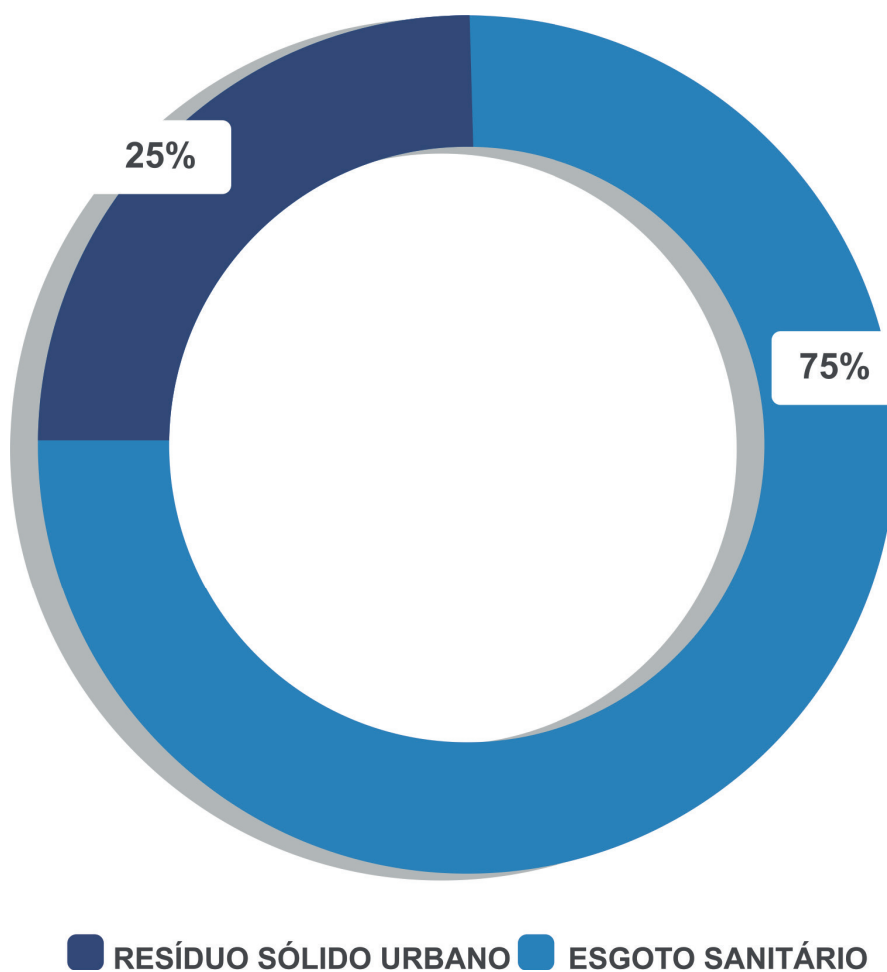


### AGRONEGÓCIO - POTENCIAL POR SUBSTRATO DO SETOR





SANEAMENTO – POTENCIAL POR SUBSTRATO DO SETOR



## 1. SETOR SUCROENERGÉTICO

Brasil é o maior produtor de cana-de-açúcar do mundo, sendo responsável por 45% da exportação mundial. A safra 2019/2020 registrou um processamento de 590,36 milhões de toneladas de cana.

Devido sua relevância para o agronegócio nacional e ao volume de produção, o setor sucroenergético foi separado dos demais produtos. Todos os coprodutos do processamento da cana foram considerados no cálculo, sendo levado em consideração diferentes cenários de aproveitamento dos mesmos. As premissas de cálculo e os cenários estão expostos na figura abaixo:

SUCROENERGÉTICO				
Dados	Geração de Resíduos KG/TON	Aproveitamento do Resíduo %	Teor de Matéria Seca %MS/tonresíduo	Rendimento de Biogás Nm <sup>3</sup> /tonMS
Palha	22	50	60	400
Bagaço	28	50	50	360
Torta de filtro	3,2	100	27	300
Vinhaça	11,82	85	2,4	600

Figura 2. Premissas de cálculo utilizadas para o levantamento do Potencial do Biogás de cana-de-açúcar no Brasil

A partir das premissas, são o potencial dos resíduos sólidos é calculado a partir da seguinte relação:

$$\left[ P_X = V_{cana} * Q_X * FA_X * MS_X * FC_X \right]$$

Onde,

- $P_X$  = potencial de Biogás, para cada um dos resíduos (Nm<sup>3</sup>)
- $V_{cana}$  = volume de cana-de-açúcar produzido (ton)
- $Q_X$  = geração de resíduo específico (kg/ton)
- $FA_X$  = fator de aproveitamento do resíduo gerado (%)
- $MS_X$  = matéria seca específica (%dMS)
- $FC_X$  = rendimento de biogás específico (Nm<sup>3</sup>/tonMS)

$$\left[ P_{vinhaça} = V_{etanol} * Q_{vinhaça} * FA_{vinhaça} * MS_{vinhaça} * FC_{vinhaça} \right]$$

Onde,

- $P_{vinhaça}$  = potencial de Biogás da vinhaça (Nm<sup>3</sup>)
- $V_{etanol}$  = volume de cana-de-açúcar produzido (1000 L)
- $Q_{vinhaça}$  = produção de vinhaça (L/L<sub>etanol</sub>)
- $FA_X$  = fator de aproveitamento do resíduo gerado (%)
- $MS_{vinhaça}$  = matéria seca (%dMS)
- $FC_{vinhaça}$  = rendimento de biogás da vinhaça (Nm<sup>3</sup>/tonMS)

<sup>1</sup> Entende-se como resíduos sólidos: bagaço, palha e torta de filtro

$$[ P_{cana} = P_{bagaço} + P_{palha} + P_{torta} + P_{vinhaça} ]$$

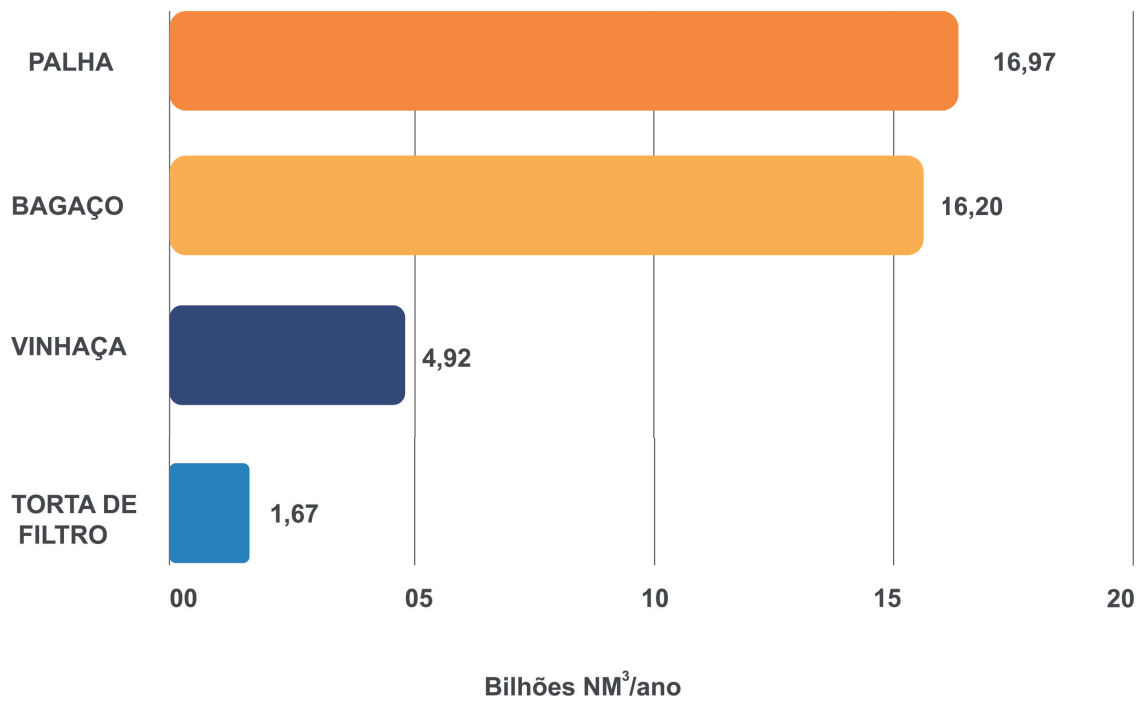


Figura 3. Potencial de biogás para cada resíduo e efluente do setor sucroenergético na safra 2019/2020, em Nm³/ano.

## 2. AGRONEGÓCIO

As atividades pecuárias, produção, beneficiamento, transformação e valorização dos produtos provenientes da agricultura e pecuária no Brasil é uma das principais atividades econômicas do país, representando mais de 21% do PIB e gerando 1 a cada 3 empregos no país. Apesar de sua importância econômica e na geração e empregos, o setor também é um dos mais impactantes na geração de resíduos e sua cadeia de produção e distribuição tem grande parcela de contribuição nas emissões de gases do efeito estufa.

O setor conta a geração de resíduos em diversas etapas e, para o levantamento do seu potencial e geração de biogás, foram elencadas as atividades com maior impacto ambiental e econômico. A seguir serão detalhadas cada uma das categorias consideradas para o setor.

### 2.1 ABATEDOURO

O Brasil é um dos líderes mundiais na produção de proteína animal e abatedouros são parte fundamental da cadeia de beneficiamento, seja para consumo interno ou exportação. Anualmente são produzidas de 3 a 4 milhões de toneladas de resíduo animal não comestível, com elevada carga orgânica e potencial poluidor.

Assim, a utilização desses resíduos na produção de biocombustíveis, tais como biodiesel e biogás, pode ser uma ferramenta relevante na melhoria da sustentabilidade do setor.

Dentro do setor de abatedouros, ainda foi considerado o potencial de biodigestão da cama de frango.

Para os cálculos do potencial do setor de abatedouros foram consideradas as seguintes premissas:

ABATEDOUROS		
BOVINOS DE CORTE		
Dados	Valor	Unidade
Geração de resíduo Linha vermelha	1,63	m <sup>3</sup> /un
Geração de resíduo Linha verde	0,54	m <sup>3</sup> /un
Geração de resíduo Total	2,17	m <sup>3</sup> /un
Teor de sólidos totais	0,0023	ton/m <sup>3</sup>
Rendimento de Biogás	660	Nm <sup>3</sup> /tonMS

<sup>2</sup> EMBRAPA. <https://www.embrapa.br/grandes-contribuicoes-para-a-agricultura-brasileira/agroindustria>

<sup>3</sup> Romaniw, J.. Resíduos de abatedouro na dinâmica da matéria orgânica, retenção de água no solo produtividade das culturas e eficiência energética em sistema de plantio direto. Tese (UEPG). 2018.



SUÍNO			Aves		
Dados	Valor	Unidade	Dados	Valor	Unidade
Geração de resíduo Total	1,2	m <sup>3</sup> /un	Geração de resíduo Total	0,015	m <sup>3</sup> /un
Teor de sólidos totais	0,0013	ton/m <sup>3</sup>	Teor de sólidos totais	0,0031	ton/m <sup>3</sup>
Rendimento de Biogás	660	Nm <sup>3</sup> /tonMS	Rendimento de Biogás	740	Nm <sup>3</sup> /tonMS

Figura 4. Premissas de cálculo utilizadas para o levantamento do Potencial do Biogás de abatedouros no Brasil

A partir das premissas apresentadas, o potencial de biogás foi calculado pela seguinte correlação, para cada um dos setores considerados (sendo que o resultado para abatedouros é a soma de cada setor citado acima):

$$P_{abatedouro} = UN_X * V_X * ST_X * FC_X$$

Na qual,

- $P_{abatedouro}$  = potencial de biogás do abatedouro (Nm<sup>3</sup>)
- $UN_X$  = número de animais abatidos (un)
- $V_X$  = volume de resíduos produzido (m<sup>3</sup>)
- $ST_X$  = sólidos totais (ton/m<sup>3</sup>)
- $FC_X$  = rendimento de biogás (m<sup>3</sup>/tonMS)

## 2.2 DEJETOS ANIMAIS

O Brasil é o segundo país que mais exporta carne em todo o mundo, o que torna esse um setor de grande relevância também para o biogás. Apesar da importância do país, somente 10% da criação de gado no país é intensiva – passível de geração de biogás – e parte relevante dos produtores é de perfil familiar ou de pequeno porte, o que traz desafios únicos para esse setor.

Para os cálculos do potencial do setor de dejetos foram consideradas as seguintes premissas:

DEJETOS ANIMAIS		
Dados	Teor de Sólidos kgSV/ano.un	Rendimento de Biogás Nm <sup>3</sup> /tonSV
Bovinos de corte	316,83	383,33
Vaca leiteiras	1959,35	350
Suínos	125,5	733,3
Aves poedeiras	265,90	534,13

Figura 5. Premissas de cálculo utilizadas para o levantamento do Potencial do Biogás de dejetos animais no Brasil

O potencial total do setor é calculado pela soma dos potenciais individuais. A partir das premissas apresentadas, o potencial de biogás foi calculado pela seguinte correlação, para cada um dos setores considerados:

$$[ P_{dejetos\ animais} = UN_X * SV_X * FC_X ]$$

Na qual,

- $P_{dejetos\ animais}$  = potencial de biogás dos dejetos animais (Nm<sup>3</sup>)
- $UN_X$  = número de cabeças, unidade (un)
- $SV_X$  = produtividade de sólidos voláteis por animal (kgSV/m<sup>3</sup><sub>efluente</sub>)
- $FC_X$  = rendimento de biogás (Nm<sup>3</sup>/SV)

### 2.3 LATICÍNIOS

Desde 2015 o setor de laticínios enfrentava uma grande depressão, impulsionada pela crise econômica interna e redução dos preços do leite no mercado internacional.

<sup>4</sup> EMBRAPA Notícias. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/49358451/pecuaria-de-leite-espera-crescer-cerca-de-2-em-2020>>

Em 2017 o setor apresentou um leve crescimento, se confirmando como o quarto maior produtor de leite do mundo, e em 2019 os valores começaram a retornar a patamares mais positivos, resultando numa perspectiva de crescimento para os próximos anos.

Para os cálculos do potencial do setor de laticínios foram consideradas as seguintes premissas:

LATICÍNIOS		
Geração de resíduo M <sup>3</sup> /l	Teor de matéria seca %MS	Rendimento de Biogás Nm <sup>3</sup> /tonMS
0,003	12	655

Figura 6. Premissas de cálculo utilizadas para o levantamento do Potencial do Biogás de laticínios no Brasil

A partir das premissas apresentadas, o potencial de biogás do setor foi calculado a partir da seguinte correlação:

$$P_{laticínios} = V_{leite} * 1000 * Q_{efluente} * MS * FC_{laticínio}$$

Onde,

- $P_{dejetos\ animais}$  = potencial de biogás dos dejetos animais (Nm<sup>3</sup>)
- $UN_x$  = número de cabeças, unidade (un)
- $SV_x$  = produtividade de sólidos voláteis por animal (kgSV/m<sup>3</sup><sub>efluente</sub>)
- $FC_x$  = rendimento de biogás (Nm<sup>3</sup>/SV)

## 2.4 MANDIOCA

O Brasil é o quarto maior produtor de raiz de mandioca do mundo, ficando atrás de Nigéria, Tailândia e Indonésia. O mercado brasileiro, que possui um dos parques industriais mais modernos do mundo para produção e processamento de mandioca, gera mais de 3,4 mil empregos e tem um valor bruto de produção de R\$ 1,3 bilhão, encaminhando em torno de 12% de sua produção da raiz para fecularias.

O processamento dessa raiz produz efluentes com alto potencial de biogás, seja o efluente resultante da prensagem da raiz para a mandioca, conhecida como manipueira, ou o resíduo da fecularia. Ambos os produtos são considerados e o potencial total do setor é a soma do potencial individual.

<sup>5</sup> CEPEA. Disponível em: < <https://www.cepea.esalq.usp.br/br/opinioao-cepea/producao-e-consumo-de-fecula-de-mandioca-no-brasil.aspx> >

<sup>6</sup> CONAB. Mandioca: raiz, farinha e fécula. 2017.

MANIPUEIRA			
Dados	Geração de resíduo ton/ton	Teor de matéria seca %MS	Rendimento de Biogás Nm <sup>3</sup> /tonMS
MANIPUEIRA	0,03	2,1	597,9
Dados	Geração de resíduo %PALHA/tonGRÃO	Teor de matéria seca %MS/tonCASCA	Rendimento de Biogás Nm <sup>3</sup> /tonMS
FECULARIA	0,3	18,6	560,5

Figura 7. Premissas de cálculo utilizadas para o levantamento do Potencial do Biogás de mandioca no Brasil

A partir das premissas apresentadas, o potencial de biogás do setor foi calculado a partir da seguinte correlação:

$$P_{mandioca} = V_{mandioca} * Q_{efluente} * FA * MS * FC_{mandioca}$$

Onde,

- $P_{mandioca}$  = potencial de biogás da mandioca (Nm<sup>3</sup>)
- $V_{mandioca}$  = volume de mandioca produzida (ton)
- $Q_{efluente}$  = geração de efluente (ton/ton)
- FA = fator de aproveitamento do resíduo gerado (%)
- MS = teor de matéria seca (MS)
- $FC_{mandioca}$  = rendimento de biogás do setor (Nm<sup>3</sup>/tonMS)

## 2.5 MILHO

Um dos principais produtos do agronegócio no Brasil, o milho fica atrás apenas da soja e da pecuária de corte no faturamento. Junto com o milho, corresponde a aproximadamente 80% da produção de grãos no país. O milho tem uma importância estratégica para o biogás uma vez que há perspectiva de integração do etanol de milho ao etanol de cana-de-açúcar.

Em outros países o milho, assim como a beterraba, foi um importante substrato para a produção de biogás e no Brasil a palha residual gerada de sua produção e beneficiamento podem ser igualmente relevantes. Os valores de referência utilizados para o cálculo do potencial de biogás encontram-se na Figura a seguir.

PALHA		
Dados	Valor	Unidade
Geração de resíduo	36	%PALHA/tonGRÃO
Teor de Matéria Seca	86	%MS/tonCASCA
Aproveitamento do resíduo	50	%PALHA/tonGRÃO
Redimento de biogás	435	Nm <sup>3</sup> /tonMS

Figura 8. Premissas de cálculo utilizadas para o levantamento do Potencial do Biogás de palha de milho no Brasil

A partir das premissas apresentadas, o potencial de biogás do setor foi calculado a partir da seguinte correlação:

$$\left[ P_{\text{milho}} = V_{\text{milho}} * Q_{\text{resíduo}} * MS * FA * FC_{\text{milho}} \right]$$

Onde,

- $P_{\text{milho}}$  = potencial de biogás do milho (Nm<sup>3</sup>)
- $V_{\text{milho}}$  = volume de milho produzido, (ton)
- $Q_{\text{resíduo}}$  = geração de resíduo (%palha/tonGRAOS)
- MS = teor de matéria seca (%MS/tonPALHA)
- FA = fator de aproveitamento do resíduo (%palha/tonGRAOS)
- $FC_{\text{milho}}$  = rendimento de biogás da palha de milho (Nm<sup>3</sup>/tonMS)

## 2.6 SOJA

A soja é o principal produto do agronegócio brasileiro, sendo responsável por 25% de todo o Valor Bruto da Produção da agropecuária. O volume de produção desse grão resulta em um incrível potencial de biogás que já vem sendo discutido por diversas entidades, como BNDES e EMBRAPA.

Para o caso da soja, foi considerado o aproveitamento para geração de biogás da casca do grão, que pode ser um excelente aliado na codigestão de resíduos com maior teor de umidade. Para os cálculos do potencial do setor de foram consideradas as seguintes premissas:



CASCA DO GRÃO		
Geração de resíduo	Teor de matéria seca	Rendimento de Biogás
%	%MS/tonCASCA	Nm <sup>3</sup> /tonMS
8	89,1	587,1

Figura 9. Premissas de cálculo utilizadas para o levantamento do Potencial do Biogás de soja no Brasil

A partir das premissas apresentadas, o potencial de biogás do setor foi calculado a partir da seguinte correlação:

$$P_{soja} = V_{soja} * Q_{casca\ do\ gr\tilde{a}o} * MS * FC_{soja}$$

Onde,

- $P_{soja}$  = potencial de biogás da soja (Nm<sup>3</sup>)
- $V_{soja}$  = volume de milho produzido (ton)
- $Q_{residuo}$  = geração de casca do grão (%casca/tonGRAO)
- MS = teor de matéria seca(%MS/tonCASCA)
- $FC_{soja}$  = rendimento de biogás da casaca do grão de soja (Nm<sup>3</sup>/tonMS)

### POTENCIAL - AGROINDÚSTRIA

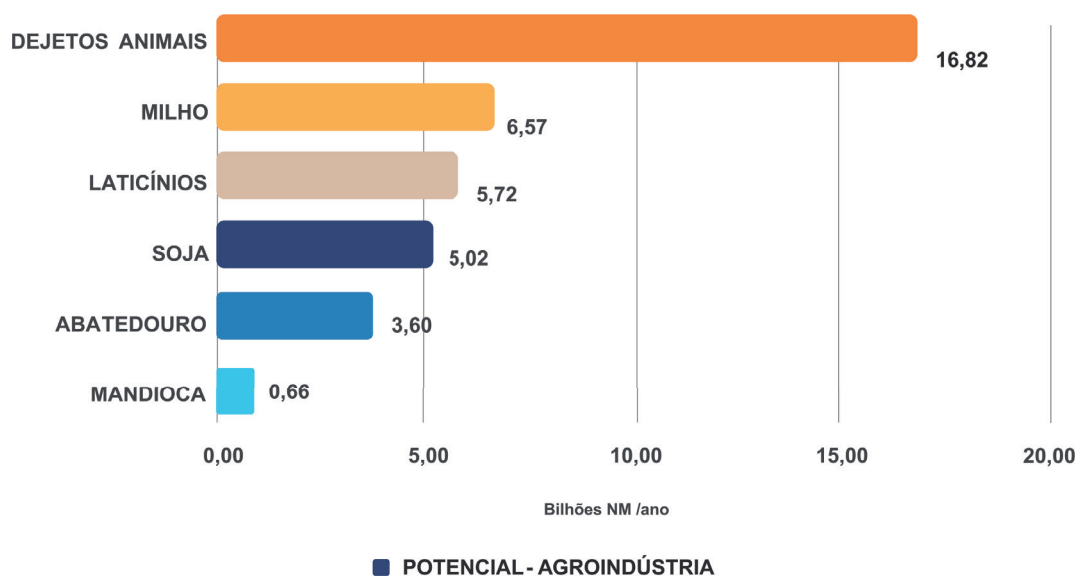


Figura 10. Potencial de biogás para cada resíduo e efluente do agronegócio no ano de 2019, em Nm<sup>3</sup>/ano.

## 3. SANEAMENTO

Na Constituição brasileira saneamento é definido como o conjunto dos serviços, infraestrutura e instalações operacionais de abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana, drenagem urbana, manejo de resíduos sólidos e de águas pluviais.

No caso dos substratos com potencial de produção de biogás, o setor de saneamento aqui compreendido engloba a Fração Orgânica dos Resíduos Sólidos Urbanos e o esgotamento sanitário, que serão detalhados a seguir.

### 3.1 RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

De acordo com os dados mais recentes da ABRELPE, em 2018 foram geradas 79 milhões de toneladas de Resíduos Sólidos Urbanos no Brasil, com um índice de coleta de 92%. Do total coletado, quase 60% é destinado para aterro sanitário, enquanto o restante divide entre aterro controlado e uma parcela menor para lixões.

As particularidades desse resíduo estão centradas na sua característica de geração, especificidades regionais e desafios de segregação. Do total do resíduo gerado, aproximadamente é 50% orgânico, o que significa uma geração de quase 40 milhões de toneladas de resíduo orgânico, passível de ser biodigerido e transformado em biogás e biofertilizante. No entanto, apenas uma fração pequena desse resíduo é segregada na fonte – mais comum no caso de “resíduo de cozinha” de grandes estabelecimentos, resíduos de mercados, centros de distribuição de alimentos (ex. CEASA) –, e a separação adequada pode onerar demasiadamente o negócio, inviabilizando totalmente alguns projetos de menor porte.

Para a obtenção do máximo de potencial que o setor tem a ofertar, se faz necessário esforço coletivo de todos os setores da sociedade – poder público, entidades privadas, entidades setoriais, sociedade civil –, a fim de se obter um resíduo segregado de forma mais adequada à agregação de valor – tanto a fração orgânica quanto resíduos recicláveis.

No entanto, se compreende que essa realidade ainda é distante e que, atualmente, o país se encaminha para uma gestão mais eficaz de aterros sanitários, que também podem ter excelentes resultados em termos de captação de biogás.

Portanto, foram considerados duas rotas para esse setor:

1. Totalidade da fração orgânica do RSU gerada sendo segregada e encaminhada para biodigestão;
2. Totalidade do resíduo gerado sendo coletado e encaminhado para aterro sanitário com captação de gás de aterro.

Além disso, dentro dessas rotas, são considerados dois cenários:

- I. CNI: Cenário que considera todo o resíduo gerado
- II. CNII: Cenário que considera todo o resíduo coletado

Desta forma, compreende-se que dentro de diferentes possibilidades, o potencial de biogás de RSU abrange uma realidade próxima e uma realidade tangível, ambas com potencial técnico para serem executadas.

Para os cálculos foram consideradas as seguintes premissas:

BIODIGESTÃO		
Teor de orgânicos %ORG	Teor de matéria seca %MS	Rendimento de Biogás Nm <sup>3</sup> /tonMS
5	0,22	415

ATERRO SANITÁRIO		
Dados	Valor	Unidade
Rendimento de Biogás	41,6	Nm <sup>3</sup> /ton.d

Figura 11. Premissas de cálculo utilizadas para o levantamento do Potencial do Biogás da Fração Orgânica dos Resíduos Sólidos Urbanos

A partir das premissas apresentadas, se calcula o potencial de biogás a partir da biodigestão pela seguinte correlação:

$$[ P_{RSU1} = V_{RSU} * TO * MS * FC ]$$

Na qual,

- $P_{RSU1}$  = potencial de biogás do RSU biodigerido (Nm<sup>3</sup>)
- $V_{RSU}$  = volume gerado de RSU (ton)
- TO = teor de orgânicos (%ORG)
- MS = teor de matéria seca (%MS)
- FC = rendimento de biogás (Nm<sup>3</sup>/tonMS)

$$[ P_{RSU2} = V_{RSU} * FC * 365 ]$$

Na qual,

- $P_{RSU2}$  = potencial de biogás do RSU em aterro ( $Nm^3/ano$ )
- $V_{RSU}$  = volume gerado de RSU (ton)
- FC = rendimento de biogás da fração captada em aterro ( $Nm^3/dia$ )

Os resultados para os cenários anteriormente estipulados encontram-se na Figura 12 a seguir, sendo que a parte alaranjada das barras representa o potencial de biogás do resíduo coletado e a parte azul do resíduo que ainda não é coletado no Brasil.

## POTENCIAL - RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

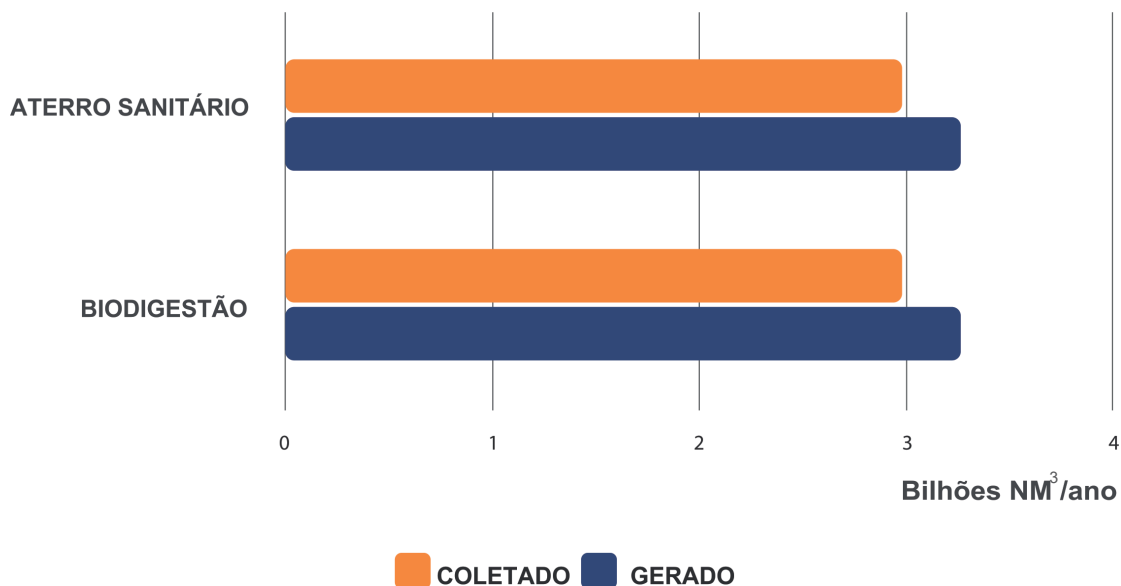


Figura 12. Potencial de biogás nos cenários propostos

### 3.2 ESGOTO SANITÁRIO

Assim como o setor de Resíduos Sólidos Urbanos, o esgotamento sanitário no Brasil apresenta grandes desafios a serem vencidos. De acordo com o Atlas de Esgotos na Agência Nacional das Águas (ANA), somente 55% da população possui acesso à coleta e tratamento adequado de esgotos, em um país no qual se gera 9,1 toneladas de esgoto por dia.

O biogás pode ser um grande aliado na universalização do esgotamento sanitário do país, uma vez que reduz os gastos energéticos do sistema, podendo trazer inclusive receita adicional para unidades de maior porte. Diversas plantas no Brasil já utilizam uma rota anaeróbia de tratamento do esgoto recebido, no entanto, grande parte do biogás gerado hoje é queimado.

Assim como no caso do RSU, o setor de esgotamento sanitário enfrenta a possibilidade

de um cenário desejável. - universalização de tratamento – e uma realidade próxima, que seria o tratamento adequado no esgoto já coletado, com coleta do biogás gerado. Portanto, foram considerados duas rotas para o setor:

1. Tratamento de todo o esgoto gerado;
2. Captação de todo o biogás gerado pelo volume atualmente coletado e tratado

Ainda, para o caso desse setor, foi considerado que uma parcela significativa das plantas já instaladas se utiliza de rotas aeróbias. Nesse caso, o biogás seria proveniente da digestão do lodo de esgoto. E por fim, dois cenários também foram considerados no caso de potencial do esgoto sanitário:

- I. CNI: Cenário que considera a vazão total do esgoto gerado
- II. CNII: Cenário que considera a vazão tratada do esgoto gerado

Para os cálculos do potencial do setor de esgotamento sanitário foram consideradas as seguintes premissas:

TRATAMENTO - DIGESTÃO DO LODO		
Dados	Valor	Unidade
Potencial de biogás	13,3	NI/hab.d
Potencial de biogás	4,9	Nm <sup>3</sup> .hab.ano

TRATAMENTO ANAERÓBIO		
Dados	Valor	Unidade
Potencial de biogás	17	NI/hab.d
Potencial de biogás	6	Nm <sup>3</sup> .hab.ano

TRATAMENTO ANAERÓBIO		
Dados	Valor	Unidade
Percentual de tratamento aeróbio	38	%
Percentual de tratamento anaeróbico	62	%

Figura 13. Premissas de cálculo utilizadas para o levantamento do potencial do biogás do esgoto sanitário no Brasil

<sup>7</sup>Para o cenário da universalização, é considerada a população total do país. No caso do cenário de captação do biogás já gerado no setor, ou com potencial próximo de geração, é considerada a população atendida, de acordo com SNIS.



A partir das premissas apresentadas, se calcula o potencial de biogás a partir da biodigestão pela seguinte correlação:

$$P_{\text{esgoto}} = (Pop_X * FC_{\text{bruto}} * \%_{\text{anaeróbio}}) + (Pop_X * FC_{\text{lodo}} * \%_{\text{aeróbio}})$$

Na qual,

- $P_{\text{esgoto}}$  = potencial de biogás do esgoto sanitário (Nm<sup>3</sup>)
- $Pot_X$  = população para o cenário calculado (un)
- $FC_{\text{bruto}}$  = rendimento de biogás para o tratamento anaeróbio (Nm<sup>3</sup>.hab.ano)
- $FC_{\text{lodo}}$  = rendimento de biogás para a digestão de lodo (Nm<sup>3</sup>.hab.ano)

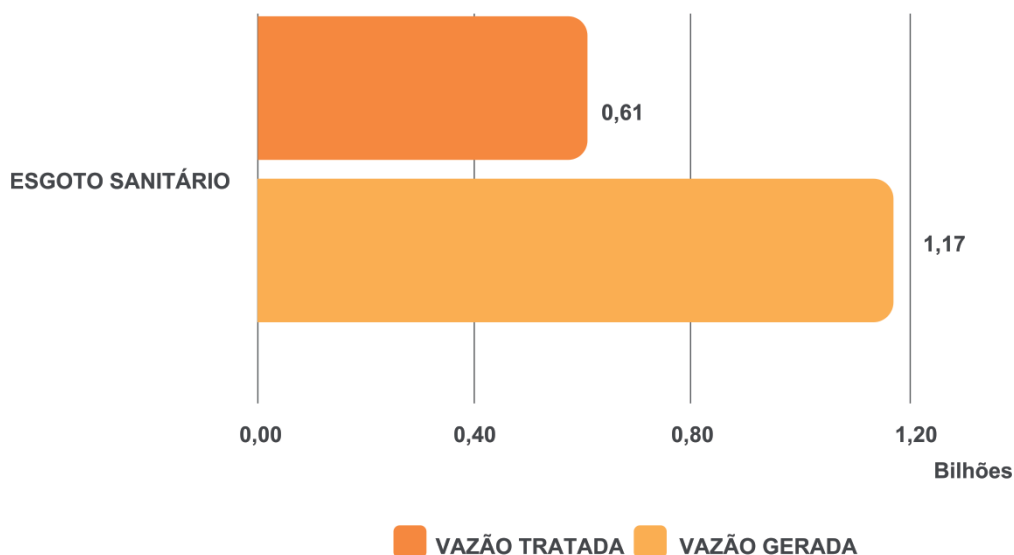


Figura 14. Potencial máximo de biogás para o setor de esgoto sanitário no ano de 2019, em Nm<sup>3</sup>/ano.

## 4. BIOGÁS E ENERGIA

Conforme observado nos capítulos anteriores, para todos os resíduos é calculado um “Potencial de Biogás”, diretamente relacionado com a capacidade de conversão da tecnologia atual da matéria orgânica e biogás.

O componente energético do biogás é o metano, que pode ter sua concentração variada de 50 a 70%. Outros gases que compõe o biogás são dióxido de carbono, em uma faixa de 30 a 45% e gases tais como nitrogênio, sulfeto de hidrogênio e oxigênio entre 0 e 3%.

As aplicações mais comuns do biogás são: geração direta de calor, geração de energia elétrica em motogeradores, geração de energia elétrica e calor em sistemas CHP e utilização de biogás purificado na forma de biometano, para injeção de em redes de gás natural e/ou uso veicular. Cada uma dessas aplicações demanda de um nível de remoção de impurezas, a depender da composição regulamentada ou da sensibilidade dos componentes de cada sistema aos elementos do biogás.

De maneira geral, o potencial energético do metano é de 9,97 kWh/Nm<sup>3</sup>, o fator combustível considerado foi de 96,6% e a eficiência elétrica de conversão considerada variou de 38 a 42%, dependendo de cada setor.

Assim, o potencial energético total para o ano de 2019 está resumido nas figuras a seguir.

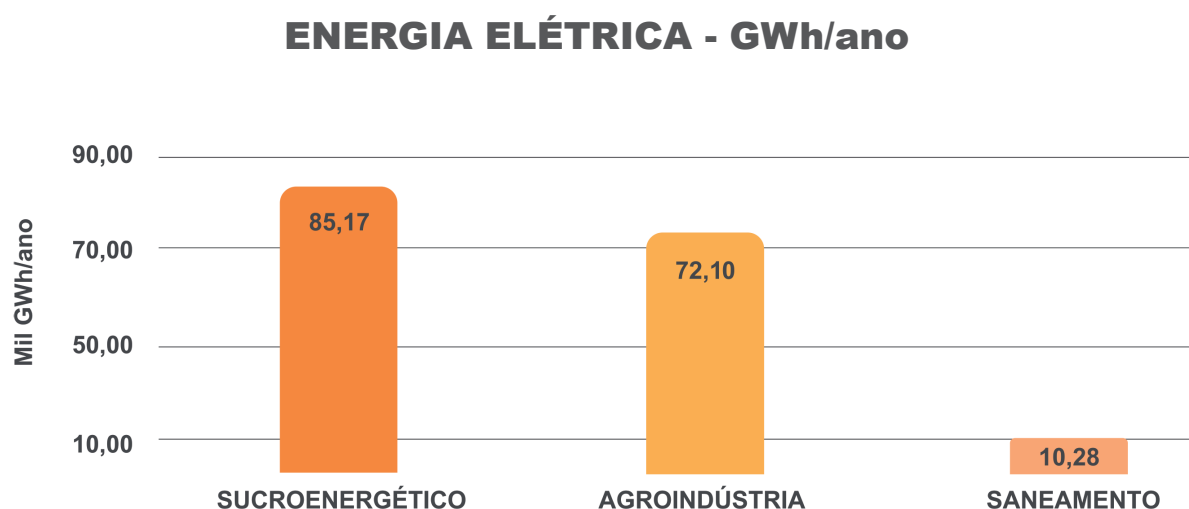


Figura 15. Potencial brasileiro de energia elétrica a partir do biogás em 2019.

De acordo com a Figura 15 acima, o potencial total de produção de energia elétrica em 2019 foi de 173.762,41 GWh.

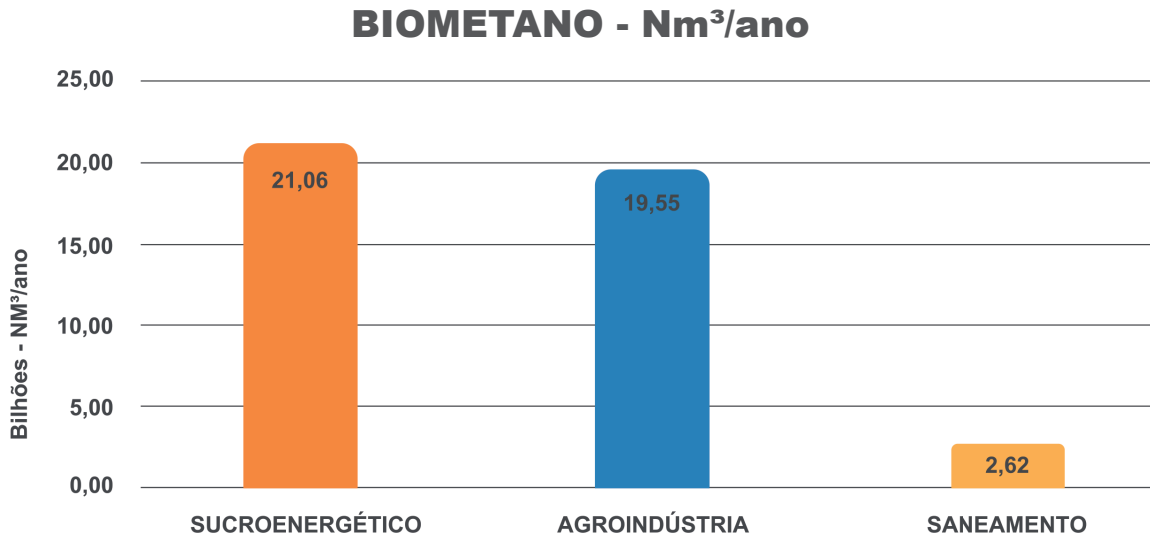


Figura 16. Potencial brasileiro de biometano no ano de 2019, em Nm<sup>3</sup>/ano.

De acordo com a Figura 16 acima, o potencial total de produção de energia elétrica em 2019 foi de 44,7 bilhões de metros cúbicos.

A representatividade dos estados no potencial total de biogás encontra-se na figura a seguir.

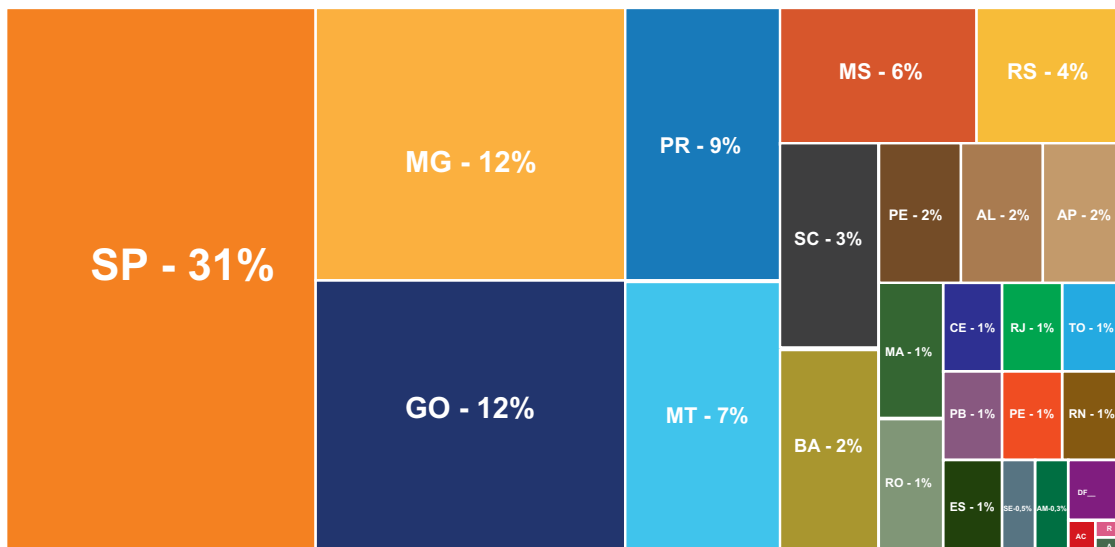


Figura 17. Representatividade dos Estados no potencial brasileiro de biogás em 2019.



# ABiogás

Associação Brasileira do Biogás

[www.abiogas.org.br](http://www.abiogas.org.br)

