



**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO DE JANEIRO**

**A transversalidade da temática do Biogás  
demanda uma abordagem integrada**

**Renato Lima Figueiredo Sampaio**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**CENTRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS - CCS**

**DEPARTAMENTO DE ADMINISTRAÇÃO**

**Especialização em Políticas Públicas e Gestão  
Governamental para os Setores Energético e Mineral**

Rio de Janeiro, maio de 2019.



**Renato Lima Figueiredo Sampaio**

**A transversalidade da temática do Biogás  
demanda uma abordagem integrada**

**Trabalho de Conclusão de Curso**

Trabalho de Conclusão de Curso de Especialização em Políticas Públicas e Gestão Governamental nos Setores Energético e Mineral, apresentada ao programa de pós-graduação lato sensu em Administração da PUC-Rio como requisito parcial para a obtenção do título de especialista em Políticas Públicas e Gestão Governamental nos Setores Energético e Mineral.

Orientador: Rafael Igrejas da Silva

Rio de Janeiro  
maio de 2019.

“Nós somos o que fazemos. O que não se faz, não existe. Portanto, só existimos quando fazemos. Nos dias que não fazemos, apenas duramos”  
(Padre Antônio Vieira)

## **Agradecimentos**

Agradeço a minha esposa Janaína pelo amor e companheirismo de sempre e que, durante este curso, se desdobrou ainda mais para suprir minhas ausências nos cuidados dos nossos filhos que tanto amamos.

Agradeço aos meus pais pelo carinho e dedicação. Minha mãe, que Deus a tenha, me inspira com seus princípios e me socorre nas angústias e aflições.

Agradeço aos professores e aos funcionários da PUC-RIO que nos proporcionaram um excelente curso. Destaco, de maneira especial, o orientador Prof. Rafael Igrejas, pela atenção recebida e compreensão dos desafios que se apresentaram.

Agradeço ao MME, sobretudo aos servidores da Coordenação-Geral de Recursos Humanos do Órgão, que sempre nos apoiaram e deixaram esse desafio mais leve e agradável para os alunos.

Aos colegas de curso com o qual tive o prazer de conviver nesse período e que enriqueceram as discussões, além de em muito me ajudarem nessa jornada.

Agradeço ao Banco Mundial pela importante iniciativa em promover a capacitação do corpo técnico das instituições de governo deste País.

## Resumo

SAMPAIO, RENATO. IGREJAS, Rafael. A transversalidade do biogás demanda uma abordagem integrada. Rio de Janeiro, 2019. X p. Trabalho de Conclusão de Curso – Especialização em Políticas Públicas e Gestão Governamental nos Setores Energético e Mineral. Departamento de Administração - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

A temática do biogás apresenta-se transversal a vários setores. Os benefícios são difusos e requerem uma abordagem integrada. A questão do biogás e do biometano, resultado da purificação do biogás, está alinhada às políticas públicas ambientais nacionais e às agendas estabelecidas em nível mundial. O uso do biogás guarda forte relação com a economia circular e pode contribuir com a redução dos impactos negativos de várias atividades humanas. O destaque do País no setor agropecuário e a necessidade de se estabelecer soluções para o tratamento de rejeitos urbanos credenciam o País a possuir uma política pública nacional para esse biocombustível.

Palavras- chave: Biogás. Biometano. Plano Nacional Biogás. Abordagem integrada do uso do biogás. Energia Renovável.

## Abstract

SAMPAIO, RENATO. IGREJAS, Rafael., 2019. 41 p. Trabalho de Conclusão de Curso – Especialização em Políticas Públicas e Gestão Governamental nos Setores Energético e Mineral. Departamento de Administração - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

The biogas theme is transversal to several sectors. The benefits are diffuse and require an integrated approach. The issue of biogas and biomethane as a result of biogas purification is aligned with national environmental public policies and global agendas. The use of biogas is strongly related to the circular economy and can contribute to reducing the negative impacts of various human activities. The country's prominence in the agricultural sector and the need to establish solutions for the treatment of urban waste accredit the country to have a national public policy for this biofuel.

Key-words: Biogas. Biomethane. National Plan Biogas. Integrated approach to biogas use. Renewable energy.

## Sumário

1 O tema e o problema de estudo	1
1.1. Introdução ao tema e ao problema do estudo	1
1.2. Objetivo do estudo	1
1.3. Objetivos intermediários do estudo	1
1.4. Delimitação e foco do estudo	2
1.5. Justificativa e relevância do estudo	2
2 Revisão de literatura	4
2.1. Conceituação de biogás	4
2.2. O estágio do biogás no Brasil	5
2.3. O biogás nas matrizes energética e elétrica brasileira	6
2.4. O biogás no Mundo	8
2.5. A perspectiva ambiental	12
2.5.1. Os gases de Efeito Estufa – visão geral	12
2.5.2. GEE no Brasil	15
2.5.3. O Acordo de Paris	17
2.5.4. MDL, Créditos de carbono ou Redução Certificada de Emissões	19
2.5.5. A economia Circular	21
2.6. A perspectiva sócio-ambiental	22
2.7. A perspectiva econômica	23
2.8. Aderência da temática do biogás aos setores agropecuários, de tratamentos de resíduos urbanos e sucroenergético	24
2.8.1. Produção de biogás por tipo de biomassa	24
2.8.2. A pertinência e a aderência do Biogás em relação ao setor de resíduos sólidos urbanos	25
2.8.3. A pertinência e a aderência do Biogás em relação ao setor de águas residuais	28
2.8.4. A pertinência e a aderência do Biogás em relação ao setor agropecuário	30

2.8.5. A pertinência e a aderência do Biogás em relação ao setor sucroenergético	31
3 Métodos e procedimentos de coleta e de análise de dados do estudo	33
3.1. Etapas de coleta de dados	33
3.2. Fontes de informação selecionadas para coleta de dados no estudo	33
3.3. Limitações do Estudo	34
4 Apresentação e análise dos resultados	35
4.1. A pertinência da temática do biogás à agenda ambiental	35
4.2. A pertinência da temática do biogás no que tange à aspectos socioambientais	37
4.3. A contribuição do biogás para a transição energética	38
4.4. A pertinência da temática do biogás no que tange à aspectos econômicos	40
4.5. A necessidade de uma política mais efetiva: barreiras identificadas para o desenvolvimento do setor e os seus reflexos	41
4.6. A abordagem legal em nível dos estados	43
5 Conclusões e recomendações para novos estudos	44
5.1. Sugestões e recomendações para novos estudos	45
6 Referências Bibliográficas	46

## Lista de figuras

Figura 1 – Quantidade de plantas e produção de biogás segundo a situação das plantas em 2015 e 2018. ....	5
Figura 2 – Quantidade de plantas e produção de biogás segundo o porte das plantas em operação em 2018. . ....	5

Figura 3 – Quantidade de plantas e volume produzidos de biogás segunda a origem do substrato.....	6
Figura 4 - Quantidade de plantas e volume produzidos de biogás segundo sua aplicação energética.....	6
Figura 5 - Matriz Energética Brasileira do ano de 2017.....	7
Figura 6 – Matriz Elétrica Brasileira do ano de 2017 .....	7
Figura 7 Figura 7 - Capacidade instalada de biogás (MW) .....	8
Figura 8 - Uso do biogás nos países com maior produção em 2013(Adaptado)..	9
Figura 9 - Produção de biometano e o uso do biometano como combustível de veículo nos maiores países produtores de biometano no mundo (Adaptado) .....	9
Figura 10 – Total dos custos de produção do biometano usado como combustível em veículos, após a inserção na rede (Adaptado). .....	10
Figura 11 - Concentrações atmosféricas de gases de efeito estufa.....	14
Figura 12 - Estimativa de emissões no por setor econômico no ano de 2014 (Adaptado).....	14
Figura 13 (Adaptado) – Estimativas das emissões por setor no Brasil de 1990 a 2015. ....	16
Figura 14 (adaptado) - Participações de emissões de gases de efeito estufa por setor no ano de 2015.....	17
Figura 15 - Distribuição do total de atividades de projeto MDL registradas por país até 31/01/2016.....	20
Figura 16 - Economia Circular.....	22
Figura 17 - Granja São Pedro Colombari.. .....	23
Figura 18 - Potencial de mercado dos produtos relacionados ao processo de digestão.....	24
Figura 19 - Índice de tratamento dos esgotos gerados no País e nas macrorregiões, em 2010 e 2017, segundo dados do SNIS.....	28
Figura 20 - Produção de biogás por substrato.....	28
Figura 21 - Projeção de produção de Etanol no Brasil.....	32
Figura 22– Percentual de municípios que dispõem seus resíduos sólidos domiciliares em aterro sanitário, no País e nas macrorregiões, em 2010 e 2016. ....	36
Figura 23 Esquema representativo do ciclo do biogás (Adaptado).....	37
Figura 24 - Rendimento do combustível em veículos de Rodagem.(Adaptado). ..	38
Figura 25 - Balanço Nacional de Óleo Diesel A. Fonte EPE, PDE 2027 .....	39



Figura 26– Participação de fontes renováveis e não renováveis na Matriz Energética Brasileira do ano de 2017.....	40
Figura 27– Participação de fontes renováveis e não renováveis na Matriz Elétrica Brasileira do ano de 2017 .....	40

## Lista de Tabelas

Tabela 1 – Composição do biogás .....	4
Tabela 2 – Potencial de Aquecimento Global de Gases de Efeito Estufa .....	13
Tabela 3 – Distribuição dos projetos de MDL no Brasil .....	20
Tabela 4 – Produção de biogás por tipo de biomassa .....	24
Tabela 5 – Estudo de Caso .....	35
Tabela 6 – Emissões de gramas de CO <sub>2</sub> eq/MJ.....	39
Tabela 7 – Barreiras apontadas pelos gestores de empresas públicas e privadas para o desenvolvimento do Setor.....	41
Tabela 8 – Diplomas Legais que regem a temática do biogás em nível estadual.....	43

# **1 O tema e o problema de estudo**

## **1.1.Introdução ao tema e ao problema do estudo**

O biogás advém da digestão de matéria orgânica na ausência de oxigênio (digestão anaeróbica) por bactérias. Ele apresenta composição variável, conforme o substrato (matéria-prima) e as condições nas quais a digestão ocorre.

O metano ( $\text{CH}_4$ ) vem a ser o gás predominante na composição do biogás. Se liberado na atmosfera, o biogás apresenta elevado potencial causador de aquecimento global, o que o credencia como Gás de Efeito Estufa – GEE.

O biogás pode ser um problema ou uma solução, a depender da abordagem empregada. Será problema se liberado indiscriminadamente na atmosfera e será solução se o seu uso contribuir com a melhor destinação do resíduo a ele associado, bem como contribuir como fonte energética.

Este estudo apresenta a necessidade que a temática seja abordada de forma integrada e institucionalizada de modo a possibilitar o melhor desenvolvimento do setor.

## **1.2.Objetivo do estudo**

O presente estudo visa mostrar a importância ambiental e social do uso do biogás, bem como o alinhamento dessa agenda com diversas agendas setoriais com relações de ganho mútuos por meio do estabelecimento de sinergias. Dessa forma, espera contribuir para mostrar a necessidade da implementação de um Plano Nacional para o Biogás.

## **1.3.Objetivos intermediários do estudo**

Para se atingir o objetivo final proposto esse estudo prevê, como objetivos intermediários a serem alcançados:

- ✓ Mostrar que a temática não se limita ao seu potencial como fonte geradora de energia ou à possibilidade de geração da molécula de gás metano ( $\text{CH}_3$ ).
- ✓ Apresentar a transversalidade da temática do biogás e as sinergias com determinadas atividades setoriais.

- ✓ Demonstrar a relevância do tema sobre a ótica do desenvolvimento sustentável.
- ✓ Apresentar reflexão quanto à conveniência e oportunidade de se discutir o tema, considerando o arcabouço legal e regulatório vigente e suas possíveis modificações.
- ✓ Abordar possíveis especificidades entre as fontes e, portanto, abordagens diferenciadas entre elas.

#### **1.4.Delimitação e foco do estudo**

O presente estudo analisará atributos ambientais e sociais relacionados ao uso do biogás do Brasil. Abordará as perspectivas atuais do setor e as potencialidades relacionadas a um mercado em pleno desenvolvimento. Avaliará a pertinência com políticas públicas ambientais e sociais, bem como analisará sinergias com outros setores.

Não serão objetos deste estudo análises detalhadas acerca das proposições apresentadas pelo Setor, tecnologias envolvidas em cada rota de utilização escolhida, bem como análise pormenorizada do substrato utilizado no processo de digestão.

Entende-se que dada a inter-relação entre a temática do biogás e vários outros setores, as análises precisam ser abordadas no nível adequado de detalhe. Da mesma forma, dada a complexidade das tecnologias envolvidas, entende-se que o ambiente ideal para tratar este tema seja junto às instituições de ensino, empresas e associações.

Avalia-se que este estudo deva se ater aos aspectos da política pública relacionada à temática.

#### **1.5.Justificativa e relevância do estudo**

A questão da promoção do uso do biogás na matriz elétrica nacional e o seu uso como biometano na matriz veicular precisa ser percebida como uma política integrada de estado e não como uma política setorial, no caso, restrita ao Ministério de Minas e Energia.

Se percebida como uma política setorial restrita, sua importância tende a ser subestimada, dada a baixa representatividade na matriz energética nacional.

Este trabalho mostrará o alinhamento do tema com várias agendas ambientais relevantes como a Política Nacional de Resíduos Sólidos, Convenção

entre as Partes - COP 21, economia de baixo carbono, transição energética, conceitos de economia circular, pegada ecológica, redução de impactos de uma série de atividades econômicas e, de forma geral, combate à poluição por uma série de formas.

Este estudo, ao mostrar sinergias com setores que ainda carecem de maiores incentivos para se consolidarem, tais quais os setores de tratamentos de resíduos sólidos e esgoto sanitário ou que o Brasil apresenta atributos de exercer a liderança mundial, tal qual o Setor Agropecuário pode resultar em relações de ganhos mútuos para os setores envolvidos e, sobretudo, a viabilização de instrumentos de combate à poluição das formas mais variadas.

O estudo também procura apresentar que o uso de determinadas fontes ou substratos para a geração de biogás possui maior pertinência com a agenda de sustentabilidade. As fontes de biogás precisam ser tratadas conforme suas especificidades e possibilidade de impacto positivo como retorno à sociedade.

Os resultados a serem alcançados poderão ser úteis para a elaboração de um Plano Nacional do Biogás, compreendendo o que incentivar, de que forma e os limites da presença estatal no desenho do modelo.

## 2 Revisão de literatura

Neste capítulo são apresentados e discutidos aspectos conceituais e estudos relacionados ao tema que servirão de base para a análise realizada.

Apresenta-se dividido em 8 seções, sendo que duas delas, a seção 2.5 “perspectiva ambiental” e seção 2.8 “Aderência da temática do biogás aos setores agropecuários, de tratamentos de resíduos urbanos e sucroenergético” ainda possuem cinco subdivisões cada.

### 2.1. Conceituação de biogás

O biogás é obtido através do processo de digestão anaeróbica, definida como a conversão de material orgânico, através de bactérias, em metano, dióxido de carbono, alguns gases inertes e compostos sulfurosos, em um ambiente com ausência de oxigênio. Diferentes substratos podem ser utilizados para sua produção e a quantidade de biogás obtida depende principalmente da tecnologia empregada na digestão e do substrato (EPE, PDE 2027).

O artigo 3º da Resolução ANP nº 8/2015, de 30 de janeiro de 2015, define biogás **como o gás bruto obtido da decomposição biológica de produtos ou resíduos orgânicos** e o **biometano como biocombustível gasoso constituído essencialmente de metano, derivado da purificação do biogás.**

A composição do biogás depende do material orgânico utilizado e do tipo de tratamento anaeróbio que sofre (CETESB).

Tabela 1 – Composição do biogás

Gás	Percentual (volume)
Metano (CH <sub>4</sub> )	50% - 70%
Dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> )	25% – 50%
Hidrogênio (H <sub>2</sub> )	0% – 1%
Gás sulfídrico (H <sub>2</sub> S)	0% – 3%
Oxigênio (O <sub>2</sub> )	0% – 2%
Amoníaco (NH <sub>3</sub> )	0% – 1%
Nitrogênio (N <sub>2</sub> )	0% – 1%

Fonte: Cetesb. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/biogas/>, acessado em 16/04/2019

As especificações do biogás são definidas por intermédio das Resoluções ANP nº 8/2015, de 30 de janeiro de 2015 e nº 685, de 29 de junho de 2017.

## 2.2.O estágio do biogás no Brasil

A Nota Técnica Cibiogás-ER - 02/2019, de 19 de março de 2019, apresentou o panorama do biogás no Brasil no ano de 2018.

Situação	Quantidade de plantas				Produção média diária de biogás			
	2015	2018	Diferença		2015*	2018	Diferença	
Em operação	127	276	149	117%	1.305.288	3.110.871	1.805.583	138%
Em instalação	22	82	60	273%	1.246.146	1.561.843	315.697	25%
Em reformulação ou reforma	10	8	-2	-20%	121.971	50.424	71.547	-59%
<b>Total Geral</b>	<b>159</b>	<b>366</b>	<b>207</b>	<b>130%</b>	<b>2.673.404</b>	<b>4.723.138</b>	<b>2.049.734</b>	<b>77%</b>

Figura 1 – Quantidade de plantas e produção de biogás segundo a situação das plantas em 2015 e 2018. Fonte: Cibiogás (2019), Nota Técnica Cibiogás-ER - 02/2019 que aborda o panorama do Biogás no Brasil.

A figura 1 mostra o grande aumento da produção que saltou de 1,3 milhões para 3,1 milhões de  $\text{m}^3$  no período compreendido entre os anos de 2015 e 2018, resultando no aumento de 138%. Pode-se verificar também que o ritmo de expansão continua robusto com o aumento da capacidade instalada em 1,6 milhões de  $\text{m}^3$  em 2018.

	Porte	Quantidade de plantas		Produção média de biogás ( $\text{Nm}^3.\text{dia}^{-1}$ )	
Pequeno porte	< 1.250 $\text{Nm}^3.\text{dia}^{-1}$	139	50,4%	79.052	2,5%
	1.251 a 2.500 $\text{Nm}^3.\text{dia}^{-1}$	37	13,4%	70.663	2,3%
Médio porte	2.501 a 8.500 $\text{Nm}^3.\text{dia}^{-1}$	54	19,6%	269.368	8,7%
	8.501 a 12.500 $\text{Nm}^3.\text{dia}^{-1}$	14	5,1%	151.548	4,9%
Grande porte	12.501 a 85.500 $\text{Nm}^3.\text{dia}^{-1}$	23	8,3%	727.478	23,4%
	85.501 a 350.000 $\text{Nm}^3.\text{dia}^{-1}$	7	2,5%	988.451	31,8%
	> 350.000 $\text{Nm}^3.\text{dia}^{-1}$	2	0,7%	824.310	26,5%
<b>Total</b>		<b>276</b>	<b>-</b>	<b>3.110.871,3</b>	<b>-</b>

Figura 2 – Quantidade de plantas e produção de biogás segundo o porte das plantas em operação em 2018. Fonte: Cibiogás (2019), Nota Técnica Cibiogás-ER - 02/2019 que aborda o panorama do Biogás no Brasil.

A figura 2 apresenta que enquanto cerca de 64% das plantas de biogás são de pequeno porte, elas produzem apenas 5% do volume total do biocombustível.

Já as de grande porte que representam 11,5% são responsáveis por 82% do volume total geral.

Plantas com capacidade de produção entre 85.501 e 350.000  $\text{Nm}^3.\text{dia}^{-1}$  representam apenas 2,5% do total de plantas no País, no entanto, produzem cerca de 32% do biogás nacional.

Origem do substrato	Quantidade de plantas		Produção média de biogás (Nm <sup>3</sup> /dia)	
Agropecuária	179	65%	255.272	8%
Indústria	64	23%	489.985	16%
RSU ou Esgoto	33	12%	2.365.614	76%
<b>Total</b>	<b>276</b>	<b>-</b>	<b>3.110.871</b>	<b>-</b>

Figura 3 – Quantidade de plantas e volume produzidos de biogás segunda a origem do substrato. Fonte: Cibiogás (2019), Nota Técnica Cibiogás - ER - 02/2019 que aborda o panorama do Biogás no Brasil

Dados exibidos na figura 3 são significativos. Demonstram como plantas que lidam com o substrato oriundos de atividades agropecuárias apresentam valores relevantes no que tange à quantidade (65% do total), porém, representam apenas 8% da produção total.

A figura exhibe também uma contradição. Dado que apenas 33 plantas no País (12% do total) produzem biogás a partir de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) e Esgotamento Sanitário, essas plantas são responsáveis por 76% da produção total.

A análise desses dados apresenta outro dado interessante: a quantidade de plantas em operação no Brasil, apenas 276.

Origem do substrato	Quantidade de plantas		Produção média de biogás (Nm <sup>3</sup> .dia <sup>-1</sup> )	
Energia Elétrica	190	69%	2.284.232	73,4%
Energia mecânica	6	2%	10.891	0,3%
Energia térmica	72	26%	513.203	16,5%
Biometano	8	3%	302.545	9,7%
<b>Total Geral</b>	<b>276</b>	<b>-</b>	<b>3.110.871</b>	<b>-</b>

Figura 4 - Quantidade de plantas e volume produzidos de biogás segundo sua aplicação energética. Fonte: Cibiogás (2019), Nota Técnica Cibiogás-ER - 02/2019 que aborda o panorama do Biogás no Brasil

A figura 4 mostra que a geração elétrica é preponderante com 73,4% do uso de biogás, seguida pela energia térmica com 16,5%, biometano com 9,7% e energia mecânica com 0,3%.

### 2.3.O biogás nas matrizes energética e elétrica brasileira

A participação do biogás na matriz energética e matriz elétrica ainda é extremamente baixa em termos relativos. Na matriz energética a sua representação está associada a outras fontes renováveis, enquanto na matriz elétrica a representação é associada a biomassa.

No IV Fórum do Biogás, ocorrido em 2017, a capacidade de produção atual no País foi estimada em cerca de 127 MW, o que representaria cerca de 0,05% da oferta interna de energia no País.

Em que pese a baixa representatividade na matriz energética, o biogás pode ter importância local, para produtores rurais, associados a sistemas de tratamento de resíduos sólidos e esgotamento sanitário, bem como o setor sucroalcooleiro e de bebidas.

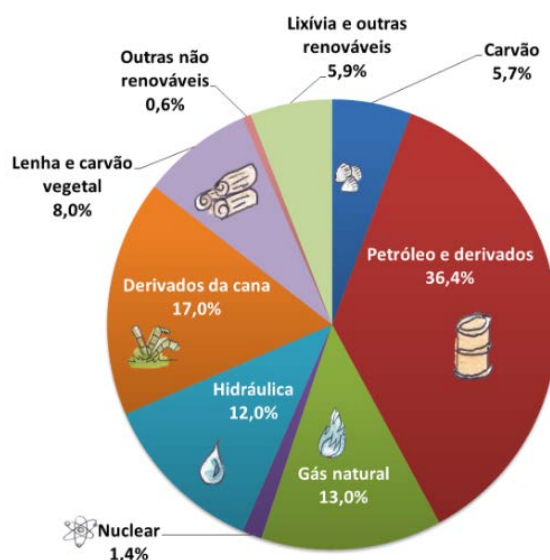


Figura 5 - Matriz Energética Brasileira do ano de 2017, Fonte: BEN, 2018.

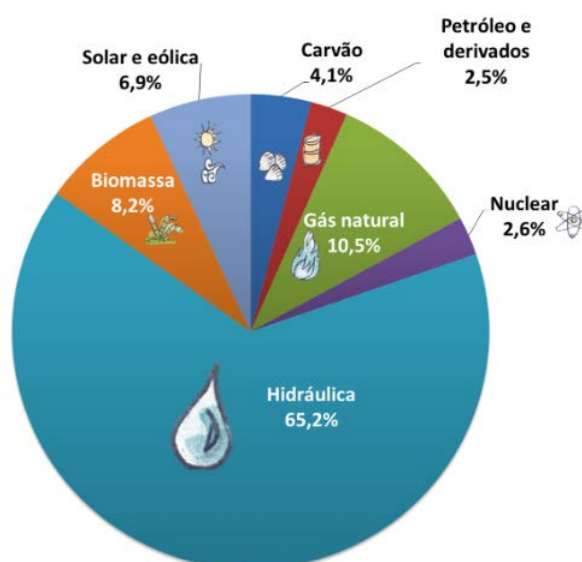


Figura 6 – Matriz Elétrica Brasileira do ano de 2017, Fonte: BEN, 2018



## 2.4.O biogás no Mundo

A figura 5 apresenta a capacidade instalada de biogás no mundo em função MW. Da figura, depreende-se que a capacidade instalada saltou de 6.000 MW em 2007 para 16.000 MW em 2017, o que demonstra a potencialidade do uso deste insumo.

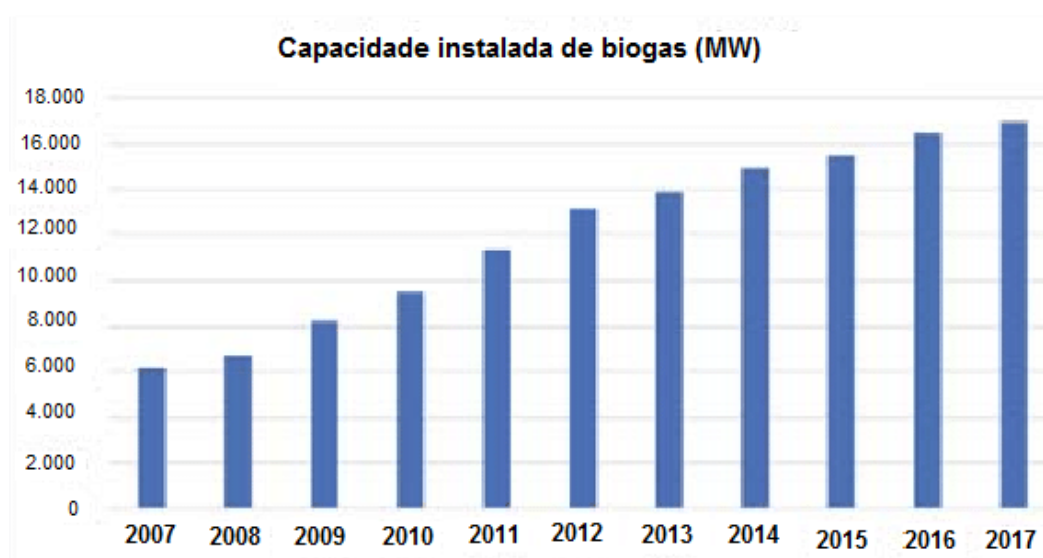


Figura 7 Figura 7 - Capacidade instalada de biogás (MW) - Fonte: International Renewable Energy Agency – IRENA

Os países com a maior produção de biogás foram, na ordem, a China, os EUA e a Alemanha. Na China, praticamente todo o biogás produzido advém de biodigestores de pequena escala, sendo utilizado como insumo doméstico relacionado, principalmente, à cocção. Já nos EUA, o uso é dividido quase meio a meio entre eletricidade e calor, conforme figura 8 (IRENA,BIOGAS FOR ROAD VEHICLES 2017).

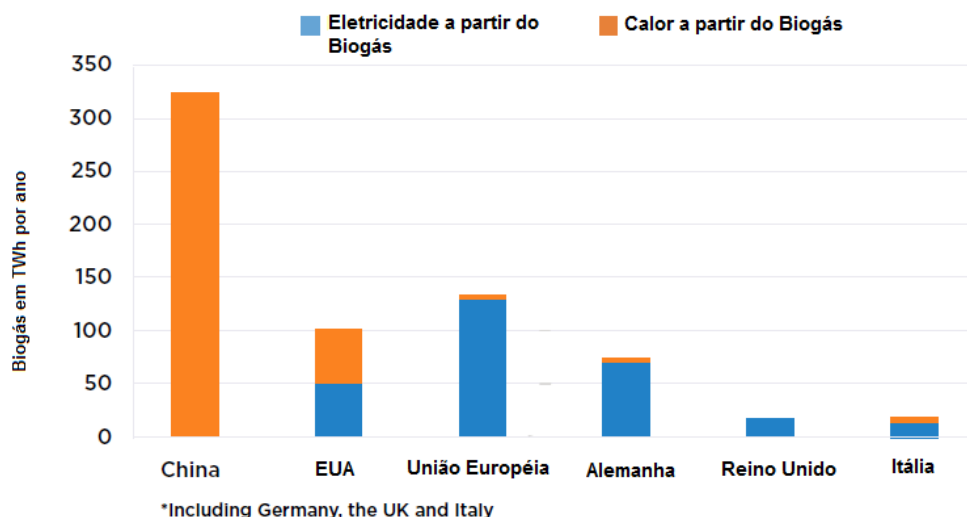


Figura 8 - Uso do biogás nos países com maior produção em 2013(Adaptado).

Fonte: Eur Observ'ER (2014); International Gas Union (2015) – IRENA Biogas for Road Vehicles 2017

Na Alemanha e na Holanda, bem como na conta agregada pela União Européia, a maior parte do biogás gerado vem sendo utilizado para a geração de eletricidade. Em outro extremo, países como Itália, França, Áustria, Suíça e Suécia apresentam percentual de biometano utilizado como combustível de veículo superior a 50% (IRENA, BIOGAS FOR ROAD VEHICLES 2017). Em que pese a participação mundial do biogás ainda apresentar-se baixa, essa vem crescendo nos últimos anos.

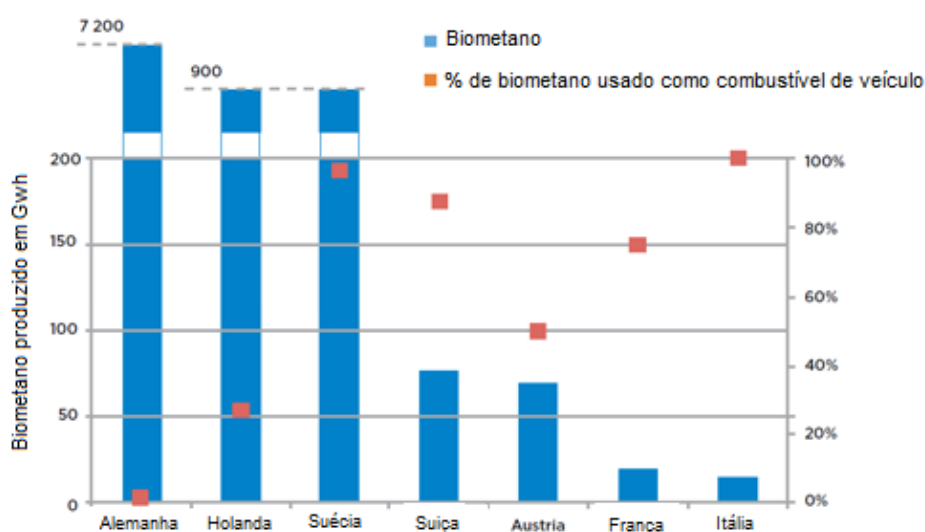


Figura 9 - Produção de biometano e o uso do biometano como combustível de veículo nos maiores países produtores de biometano no mundo (Adaptado). Fonte: Stambaský et. Al. (2015) - IRENA Biogás for Road Vehicles 2017

A figura 10, a seguir, apresenta os custos do biometano injetado na rede de distribuição conforme a origem do biogás e a escala da planta de produção. Ademais, o gráfico traça uma comparação com o preço equivalente do petróleo, em poder energético, bem como o gás natural sob o mesmo aspecto.

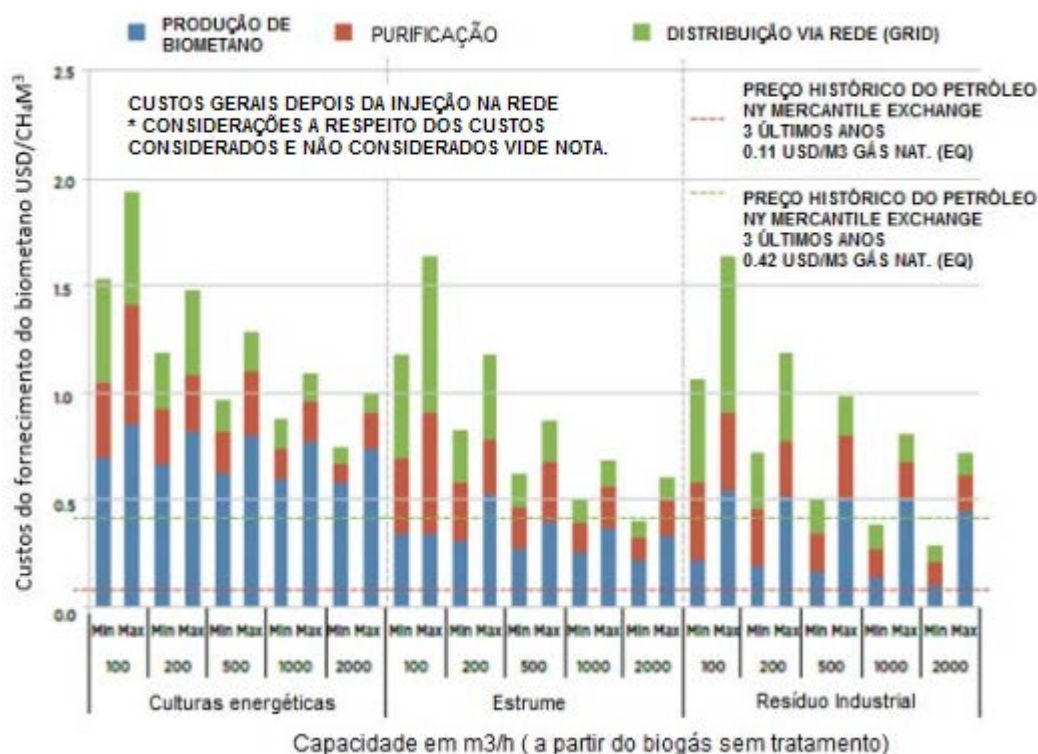


Figura 10 – Total dos custos de produção do biometano usado como combustível em veículos, após a inserção na rede (Adaptado) Fonte: Urban et. al. (2009); Urban (2010); Adler et. all (2014). IRENA BIOGAS FOR ROAD VEHICLES 2017.

Nota: (1) Do inglês; “Overall supply costs after grid injection, without gas grid operation free and capital and O&M costs of filling station”. Depreende-se que sejam os custos após a inserção do gás na rede; a rede não é operada de forma gratuita, não considera custos de capital (capital investido na rede) e custos de O&M na estação de abastecimento.

A figura 10 mostra que a rota do biogás para o biometano ainda apresenta grandes barreiras que refletem nos custos de fornecimento desse biocombustível. Em apenas em 3 dos 30 casos analisados, o custo do equivalente energético do biocombustível é inferior ou igual ao equivalente ao do gás natural.

De modo geral, visualiza-se que há ganhos de escala na produção na medida que aumentos das plantas apresentam menores custos.

### **Estudo de Caso do biogás na Alemanha<sup>1</sup>**

A Alemanha apresenta um terreno fértil para a análise de políticas públicas associadas à promoção de energias renováveis, entre as quais destacam-se as políticas públicas atinentes à promoção do uso do biogás naquele País.

A primeira legislação para promover as energias renováveis foi a *Stromeinspeisungsgesetz* (StrEG - *Electricity Feed-in Act*) de 1991. Essa legislação concedeu a fontes de energia renováveis (biomassa, eólica, solar) prioridade no despacho de energia e garantia de tarifa por vinte anos. Tais medidas resultaram no aumento no número de usinas de biogás de 100 em 1990 para cerca de 1000 em 2000.

Em 2000, a StrEG foi substituída pela *Erneuerbare Energien Gesetz* (EEG - Lei de Energia Renovável), que depois veio a ser modificada em 2004 e 2009. Isso garantiu uma tarifa feed-in para eletricidade de fonte renovável, com previsão de redução de 1 a 1,5% ao ano para refletir as melhorias esperadas na tecnologia), além de fornecer um “bônus de biomassa” para a geração oriunda de biomassa. Um incentivo adicional foi dado para o uso de calor residual, a fim de promover instalações eficientes combinadas de calor e energia (CHP - *Combined Heat Power*). Em 2017, como resultado das políticas de subsídio, a planta média de biogás recebia uma tarifa majorada em cerca de 30% em relação à tarifa praticada com clientes industriais e 4 vezes maior à tarifa praticada com os grandes clientes atacadistas.

Em 2012, a EEG resultou na construção de mais de 7.000 usinas de biogás com capacidade total instalada de geração de eletricidade em cerca de 3,5 GW e capacidade média de cerca de 500 MW por planta. A título comparativo, na década de 1990, 75% das plantas apresentavam capacidade média inferior a 75 MW.

O rápido crescimento havia sido impulsionado pelo uso de culturas energéticas, principalmente o milho, que forneceu cerca de 75% da matéria-prima para as usinas de biogás.

Nesta época, um milhão de hectares ou 8% da terra arável alemã, estava sendo usada para cultivar milho como matéria-prima para as usinas de biogás. Também na Alemanha o debate se a demanda por terra se fez presente. A associação comercial dos produtores, a *Fachverband Biogas*, argumentou que

---

<sup>1</sup> Seção elaborada com base no artigo - *A significant contribution to decarbonising gas markets?*, da Oxford Institute Energy Studies, de junho de 2017.

isso poderia ser administrado como parte da rotação de culturas, mas mudanças no EEG em 2012 e 2014 removeram incentivos para uso de culturas energéticas.

A mudança resultou na diminuição significativa na expansão no número de novas usinas. Enquanto, entre 2009 e 2011, 1.000 novas usinas de biogás foram adicionadas ao sistema, a partir das mudanças na lei o número de novas usinas foi reduzido para 100 plantas ao ano.

Em 2017, cerca de 5% da demanda total de energia na Alemanha era oriunda de biomassa.

Ainda nesta época, o Biometano para injeção na rede continuava relativamente pequeno. Apesar de cerca de 10.000 usinas produzirem biogás bruto na Alemanha, no final de 2016, havia apenas cerca de 200 plantas produzindo biometano para injeção na rede de gás natural, com energia total injetada em torno de 1% por cento do consumo total de gás natural.

## **2.5. A perspectiva ambiental**

Esta seção apresenta cinco subdivisões. Entre todas as perspectivas, avalia-se que a perspectiva ambiental seja a que mais tenha aderência com a temática do biogás.

### **2.5.1. Os gases de Efeito Estufa – visão geral**

Nesta seção será abordada a questão dos gases de efeito estufa que pauta a busca por soluções que utilizem combustíveis com menores potenciais de gases que retenham calor na atmosfera.

Os gases que acumulam calor na atmosfera apresentam o potencial de aquecimento global em termos de Dióxido de carbono equivalente (CO<sub>2</sub> eq).

Esta seção será dividida em dois tópicos: (i) gases de efeito estufa, uma visão geral e; (ii) gases de efeito estufa no Brasil.

Os gases do efeito de estufa (GEE) são descritos como substâncias gasosas que absorvem parte da radiação infravermelha, emitida principalmente pela superfície terrestre, e dificultam a liberação do calor para o espaço, o que apresentaria como resultado o aquecimento global.

O Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (em inglês, *Intergovernmental Panel on Climate Change* - IPCC) apresenta estimativa do

Potencial de Mudanças Climáticas ou fator de Aquecimento Global (em inglês, Global Warming Factor - GWP) associado a gases de efeito estufa (GEE).

Adota-se como referência o potencial de aquecimento do dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) como base unitária e a partir de então são estimados os potenciais dos demais gases relacionados ao aquecimento global. O período de tempo adotado na análise para se comparar os potenciais de aquecimento entre esses gases é atualmente arbitrado em 100 anos. A relação de aquecimento entre os GEE nesse período de tempo resulta no  $\text{CO}_2$  equivalente ( $\text{CO}_2\text{e}$ ).

Tabela 2 –Potencial de Aquecimento Global de Gases de Efeito Estufa

Compostos	Fórmula Química	Potencial de Aquecimento Global (Horizonte de tempo) 100 anos
Dióxido de Carbono	$\text{CO}_2$	1
Metano	$\text{CH}_4$	21
Óxido nitroso	$\text{N}_2\text{O}$	310

Fonte: CETESB (Adaptado). Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/inventario-gee-empresendimentos/potencial-de-aquecimento-global-de-gee/>, acessado 06/04/2019.

Nota: Indicação da fonte pela CETESB: MUDANÇA do clima 1995: a ciência da mudança do clima: sumário para formuladores de políticas aprovado pelo grupo de trabalho I do IPCC e aceito pelo IPCC e sumário técnico do relatório do grupo de trabalho I aceito pelo IPCC. Editorado e traduzido pela Coordenação Geral de Mudanças Globais, do Ministério de Ciência e Tecnologia, com autorização do Secretariado do Painel sobre Mudanças do Clima. Tradução Anexandra de Ávila Ribeiro. Revisão José Domingos Gonzales Miguez. Brasília, DF: MCT, 2000. 56 p. Resumo e adaptação da tabela original (p. 26) pela Divisão de Mudanças Climáticas – CETESB. Disponível em aqui. Acessado em: 27 fev. 2013.

Interessante notar que a relação do metano ( $\text{CH}_4$ ) apresenta variações conforme atualizações das métricas definidas pelo IPCC. Os valores apresentados na tabela anterior foram alterados para 23 no Relatório de Avaliação nº 4 (em inglês, *Assessment Report 4*) e para 28 no Relatório de Avaliação nº 5 (em inglês, *Assessment Report 5*), conforme dados publicados no Capítulo 8 do *Anthropogenic and Natural Radiative Forcing* do IPCC.

A *National Oceanic and Atmospheric Administration* – NOAA (em português, Administração Nacional Oceânica e Atmosférica), Órgão do Governo Americano, apresenta as concentrações atmosféricas de alguns dos gases de efeito estufa. A análise resulta da coleta de dados de observações atmosféricas em locais espalhados em todo mundo.

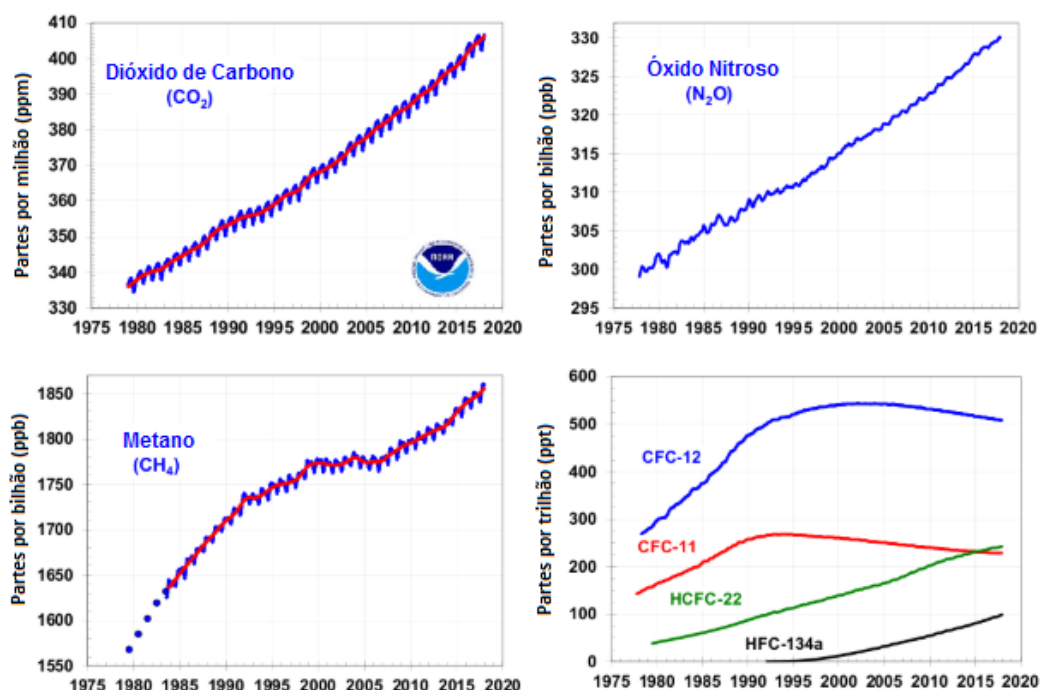


Figura 11 - Concentrações atmosféricas de gases de efeito estufa. Fonte: BP Statistical review of world energy 2018. Apud Greenhouse Gas Index (AGGI), National Oceanic and Atmospheric Administration – NOAA. Disponível em: <https://www.esrl.noaa.gov/gmd/aggi/>, acessado em 06-04-2019.

### Emissões Globais de CO<sub>2</sub> no ano de 2014 por setor econômico

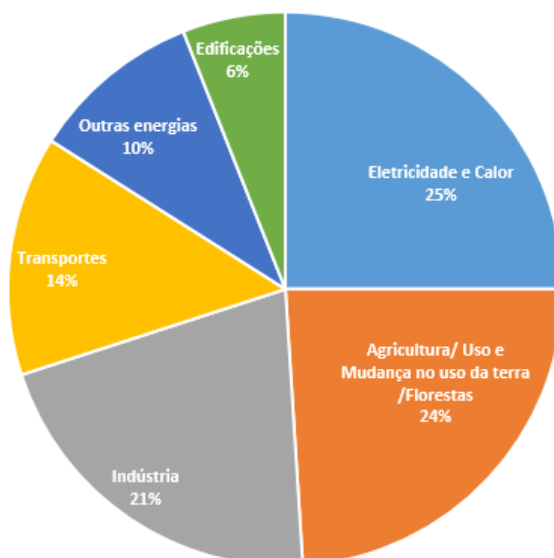


Figura 12 - Estimativa de emissões no por setor econômico no ano de 2014 (Adaptado). Fonte: IPCC (2014); baseado nas emissões no ano de 2010. *Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.*

### 2.5.2.GEE no Brasil

A participação das emissões brasileiras nas emissões globais para um período de análise de 1990 a 2016 é estimada entre 4% e 5% (SIRENE, MCTIC).

Análise acerca da origem dos gases de efeito estufa no Brasil é segmentada em 5 fontes principais emissões, quais sejam: (i) agropecuária; (ii) energia; (iii) processos industriais; (iv) tratamento de resíduos; e (v) uso da terra, mudança do uso da terra e florestas.

A figura 13, apresentada a seguir, exibe o perfil de emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) nacionais entre os anos de 1990 e 2015, segundo o critério CO<sub>2</sub> equivalente que considera fatores de equivalência baseados no GWP (*Global Warming Potencial*, do inglês, e tradução para o português como Potencial de Aquecimento Global).

A análise indica que o comportamento em relação às quantidades totais de GEE emitidas pelo País apresenta relação direta com o segmento identificado como “Uso da terra, Mudança do Uso da terra e Florestas”. Em termos relativos, as demais emissões apresentam perfis mais constantes. Em que pese observar o aumento das emissões no segmento de energia, em virtude da crise hídrica que resultou no maior despacho de fontes de origem térmicas a partir de combustíveis fósseis e a políticas de represamento do preço de combustíveis que resultaram no desincentivo à produção de etanol.

A figura 13 aponta que o País apresentou picos de emissão nos anos de 2003 e 2004. Em 2004 apresentou a produção de cerca de 3.400.000 de CO<sub>2</sub> Equivalente GWP (Gg) e, no ano de 2015, as emissões segundo esses critérios foram da ordem de 1.400.000 CO<sub>2</sub> Equivalente GWP (Gg).



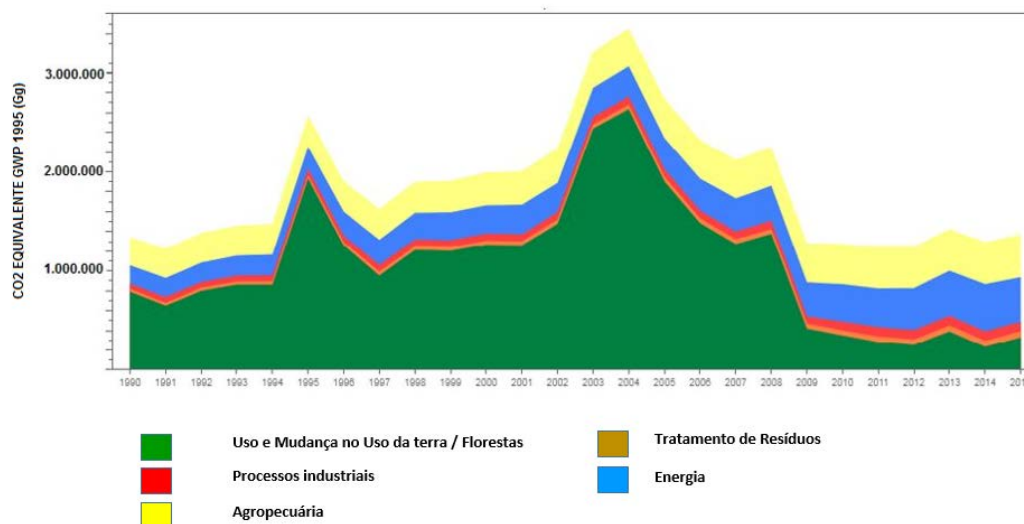


Figura 13 (Adaptado) – Estimativas das emissões por setor no Brasil de 1990 a 2015.  
 Fonte: 4ª Edição das estimativas anuais de gases de efeito estufa no Brasil (2017).  
 Sistema Nacional de Registro de Emissões (SIRENE). Ministério da Ciência,  
 Tecnologia, Inovação e Comunicação.

O gráfico a seguir apresenta o perfil de emissões no ano de 2015, segundo a 4ª edição das estimativas anuais de gases de efeito estufa no Brasil (SIRENE, MCTIC, 2017).

O gráfico aponta que os segmentos de “Energia”, “Agropecuária” e “Uso da terra, Mudança do Uso da terra e Florestas” foram responsáveis por cerca de 90% (88,4%).

## Participação de emissões de gases por setor (2015)

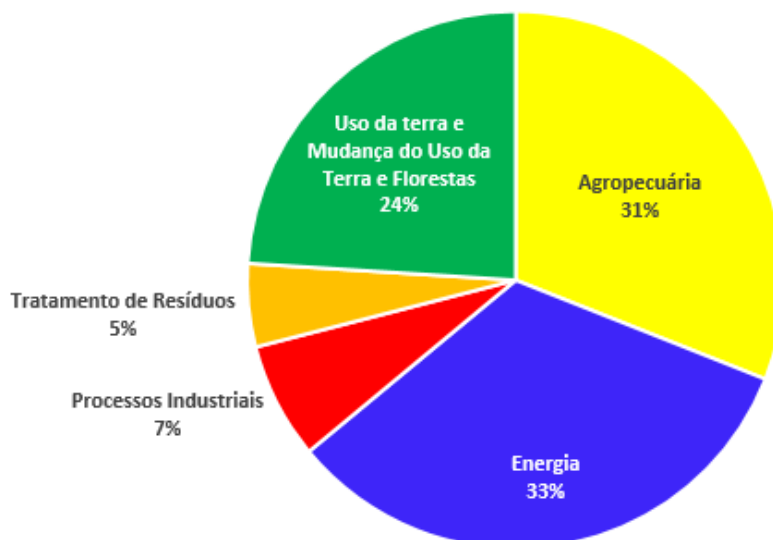


Figura 14 (adaptado) - Participações de emissões de gases de efeito estufa por setor no ano de 2015. Fonte: 4ª Edição das estimativas anuais de gases de efeito estufa no Brasil (2017). Sistema Nacional de Registro de Emissões (SIRENE). Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovação e Telecomunicações – MCTIC. Disponível em: <http://sirene.mctic.gov.br/portal/opencms/>, acessado em 06/04/2019

Das fontes exibidas, duas delas – agropecuária e tratamento de resíduos - possuem maior relação com a geração de metano.

A componente agropecuária agrega as emissões diretas da atividade agrícola e pecuária, considerando o uso de fertilizantes, produção e manejo de dejetos animais, entre outros.

Já o setor de tratamento de resíduos (resíduos sólidos e águas residuais) que responde por apenas cerca de 5% das emissões totais de GEE no Brasil, apresenta geração amplamente preponderante de metano.

O metano representou, no ano de 2015, cerca de 95% dos gases totais emitidos em tratamento de resíduos; 64% no setor agropecuário; 7% no uso da terra; 3% do Setor de energia, e; 1% em processos industriais (SIRENA, MCTIC).

### 2.5.3. O Acordo de Paris

Essa seção aborda a relevância da questão do controle das emissões dos gases de efeito estufa pelas Nações Unidas.

A 21ª Conferência das Partes (COP 21) da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC) realizada em Paris, em

dezembro de 2015, resultou na celebração do Acordo de Paris que, para vigorar, demandaria a ratificação de pelo menos 55 países responsáveis por 55% das emissões de gases efeito estufa GEE.

O acordo foi firmado em dia 22 de abril de 2016, quando o Secretário-Geral das Nações Unidas abriu o período para assinatura oficial do acordo, pelos países signatários.

No País, o acordo foi promulgado pelo Congresso Nacional por meio do Decreto Legislativo nº 140, de 16 de agosto de 2016, sendo posteriormente promulgado pela presidência da república por intermédio do Decreto nº 9.073, de 5 de junho de 2017.

Por meio do Acordo, os participantes apresentaram metas e medidas relacionadas à redução das emissões de (GEE), considerando a relação desses gases com o aquecimento global e as mudanças climáticas.

Os compromissos de cada nação foram apresentados por meio de *Intended Nationally Determined Contribution* (INDC), traduzido de forma livre, como Intenções de Contribuições Nacionais Determinadas que após a ratificação do Acordo foram assumidas como *Nationally Determined Contribution* (NDC).

Como metas gerais, considerando o volume de emissões de gases de efeito estufa no ano de 2005, o Brasil comprometeu-se a reduzi-las em 37% até 2025 e em 43% em 2030.

No que tange às metas específicas na área de energia, o Brasil comprometeu-se a elevar a participação de bioenergia sustentável na matriz energética em cerca de 18% até 2030, por meio da expansão de biocombustíveis; a aumentar a participação de energias renováveis na matriz para 45%; a obter ao menos 66% de participação da fonte hídrica na geração de eletricidade; a aumentar o uso de fontes renováveis, distintas da hídrica, na matriz total de energia de forma a atingir uma participação de 28% a 33% do total; expandir o uso de energias renováveis, diferentes da hídrica, em especial a solar, a eólica e a biomassa, para uma participação de aproximadamente 23% no fornecimento de energia elétrica, bem como elevar a eficiência no setor elétrico em 10%.

No que tange ao setor agrícola, a principal estratégia do País passa pela promoção da agricultura de baixo carbono.

Em relação ao setor industrial, a estratégia passa pela promoção de novos padrões de tecnologias limpas e a ampliação de medidas de eficiência energética e de infraestrutura de baixo carbono;

Já no setor de transportes, há a promoção de medidas de eficiência, melhorias na infraestrutura de transportes e no transporte público em áreas urbanas.

#### **2.5.4.MDL, Créditos de carbono ou Redução Certificada de Emissões**

Aspectos benéficos e negativos de uma atividade, não considerados na tomada de decisão, são tratados na economia como externalidades positivas ou negativas. A economia busca meios para tratar as externalidades, incorporando essas questões aos aspectos econômicos das atividades de forma a influenciar a decisão de realizar ou não uma determinada atividade.

A 3ª Conferência das Partes, realizada na cidade de Quioto, no Japão, em dezembro de 1997, tendo por base esse conceito econômico, estabeleceu mecanismos flexíveis de incentivo à redução dos Gases de efeito estufa. Dessa visão nasceu o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo - MDL.

O MDL consiste na possibilidade de um país que tenha tais compromissos de redução financiar projetos de mitigação de GEE em países de desenvolvimento. Tais projetos devem implicar em reduções de emissões adicionais àquelas que ocorreriam na ausência do projeto, garantindo benefícios reais, mensuráveis e de longo prazo para a mitigação da mudança do clima (PNUD).

Do MDL surgiram os certificados de redução de gases de efeito estufa, negociados de maneira voluntária e, por se basearem na medida equivalente de carbono, são conhecidos como créditos de carbono.

No Brasil, compete à Comissão Interministerial de Mudanças Globais de Clima (CIMGC) a avaliação dos projetos elegíveis ao MDL. Os critérios consideram entre outros aspectos, distribuição de renda, sustentabilidade ambiental local, desenvolvimento das condições de trabalho e geração líquida de emprego, capacitação e desenvolvimento tecnológico, e integração regional e articulação com outros setores.

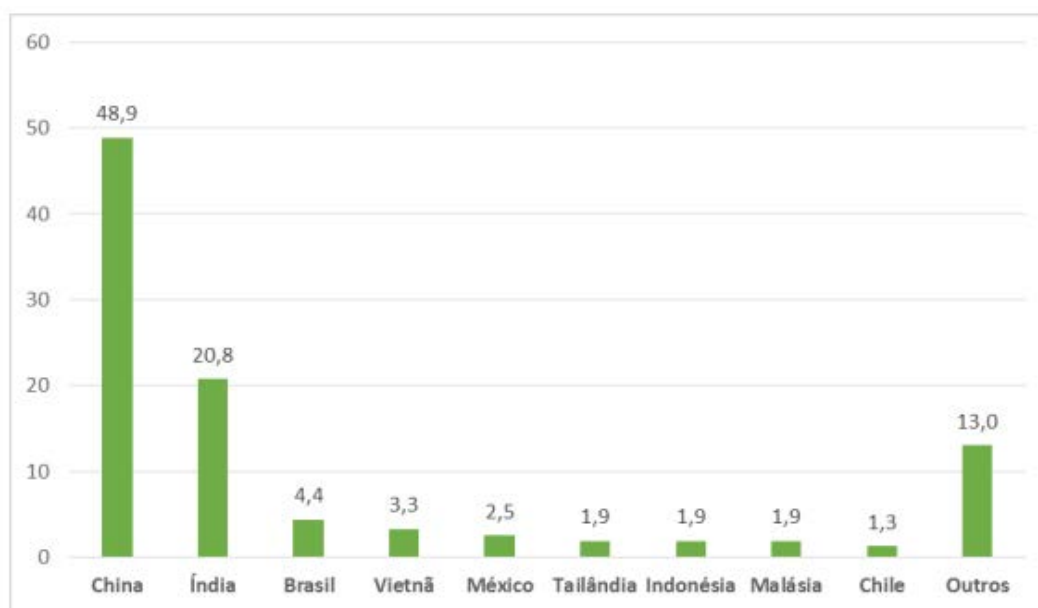


Figura 15 - Distribuição do total de atividades de projeto MDL registradas por país até 31/01/2016. Fonte: MCTIC, Disponível em: <http://www.mcti.gov.br/index.php/content/view/33803.html>, acessado em 09/04/2009

No mundo, 7.690 atividades de projeto encontravam-se registradas na UNFCCC2 até 31 de janeiro de 2016. O Brasil ocupava o 3º lugar com 339 atividades de projeto registradas (4,4%), sendo que em primeiro lugar encontrava-se a China com 3.764 (48,9%) e, em segundo, a Índia com 1.598 (20,8%) - (MCTIC).

Tabela 3 – Distribuição dos projetos de MDL no Brasil

Compostos	Atividade de projeto de MDL		Redução estimada de emissão GEE por tipo de atividade de projeto	
	Quantidade	% em relação ao total	TCO <sub>2</sub> eq	% em relação ao total
Biogás (suinocultura e águas residuais)	63	18,6	25.072.484	6,7
Gas de Aterro	50	14,8	88.066.690	23,5

Fonte: MCTIC, Status dos Projetos de MDS 2016. Disponível em: [https://www.mctic.gov.br/mctic/opencms/ciencia/SEPED/clima/mecanismo\\_de\\_desenvolvimento\\_limpo/Mecanismo\\_de\\_Developmento\\_Limpo.html](https://www.mctic.gov.br/mctic/opencms/ciencia/SEPED/clima/mecanismo_de_desenvolvimento_limpo/Mecanismo_de_Developmento_Limpo.html) - acessado em 09/04/2019

Projetos de geração de biogás apresentam grande relação com Mecanismo de Desenvolvimento Limpo. A quantidade de projetos abarcados pelo MDL e a redução da emissão de GEE são da ordem de 30%.

<sup>2</sup> 1 Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima (UNFCCC na sigla em inglês)

O mercado de biogás pode se beneficiar ainda mais desse instrumento e atrair para o Brasil recursos relacionados à referida política.

### **2.5.5. A economia Circular**

A economia circular apresenta estreita relação com o aproveitamento do biogás dado que o processo de aproveitamento do biogás apresenta grande sinergia com processos de tratamento de resíduos, constituindo-se como uma fonte de geração energética a partir de outros processos produtivos.

A Economia Circular é um modelo de produção e de consumo que envolve a reutilização, a reparação e a reciclagem de materiais e produtos existentes, aumentando o ciclo de vida dos produtos. Implica a redução do desperdício ao mínimo. Quando um produto chega ao fim do seu ciclo de vida, os seus materiais são mantidos dentro da economia sempre que possível, podendo ser utilizados uma e outra vez, criando assim mais valor (sítio eletrônico Portugal 2020).

O biogás não apenas resulta do processo de reutilização do gás advindo da decomposição anaeróbica de determinados substratos, como também fomenta o adequado tratamento de resíduos sólidos urbanos, águas residuais, dejetos de animais e subprodutos de processos produtivos, como a vinhaça ou até mesmo a oriunda da indústria cervejeira.

Ainda segundo o sítio eletrônico “Portugal 2020”, a Economia Circular contrasta com o modelo económico linear baseado no princípio produz, utiliza e joga fora. Este modelo exige vastas quantidades de materiais a baixo preço e de fácil acessado e muita energia.

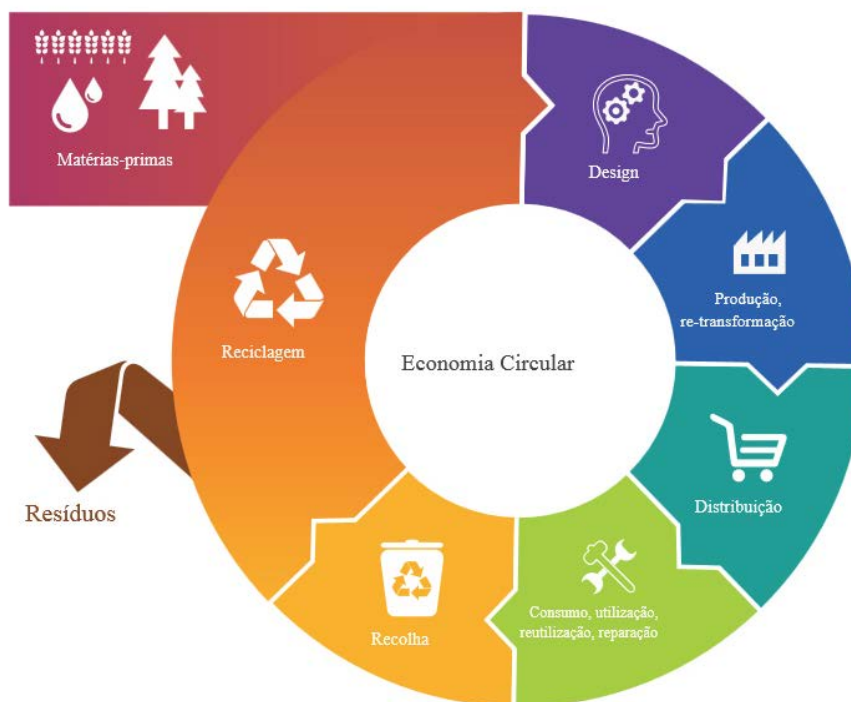


Figura 16 - Economia Circular. Fonte: Portugal 2020. Disponível em: [https://www.portugal2020.pt/Portal2020/Media/Default/Images/NOTICIAS2020/circular\\_economy\\_pt.jpg](https://www.portugal2020.pt/Portal2020/Media/Default/Images/NOTICIAS2020/circular_economy_pt.jpg), acessado em 16/04/2019.

## 2.6. A perspectiva socioambiental

A Granja São Pedro Colombari, localizada em São Miguel do Iguaçu, Oeste do Paraná, é pioneira no auto abastecimento energético no país. Em 2006, foi instalado um biodigestor para tratar a biomassa residual das granjas, produzir biogás e gerar energia elétrica. Após dois anos, a unidade já operava em Geração Distribuída (GD), conectada à Companhia Paranaense de Energia - Copel para fornecer energia para a rede. Com cinco mil suínos a propriedade produzia cerca de 45 m<sup>3</sup> por dia de efluentes líquidos e 750 m<sup>3</sup> de biogás. A iniciativa agregou renda mensal estimada de cerca de R\$ 3.500,00 à família proprietária da granja no ano de 2010. Além da renda proveniente da geração de energia, houve economia com o uso de outro subproduto do processo, o biofertilizante, da ordem de R\$ 1 mil por mês (CIBiogás).

O biofertilizante aplicado sobre as pastagens aumenta o crescimento das folhagens o que resulta na maior produção pecuária da propriedade.

O exemplo da Granja São Pedro Colombari demonstra que a solução possibilita geração de renda e oportunidades no campo.

A Granja São Pedro Colombari foi apresentada como um caso de sucesso no *Sustainable Energy for All* (SE4All), iniciativa que conta com o apoio do Banco Mundial e da Organização das Nações Unidas.



Figura 17 - Granja São Pedro Colombari. Fonte: CIBiogas. Disponível em <https://cibiogas.org/colombari>, acessado em 15/04/2018.

## 2.7.A perspectiva econômica

A figura 18, apresentada a seguir ilustra o potencial visualizado pelo governo dos Estados Unidos no ano de 2014 em relação aos processos relacionados à digestão.

A referência à abordagem norte-americana demonstra que a matéria apresenta relevância econômica para os EUA.

Em se considerando que o Brasil importa cerca de 79% dos fertilizantes NPK (Nitrogênio, Fósforo e Potássio) usados na agricultura (Embrapa, 2017), a temática apresenta grande sinergia com o setor agropecuário, podendo, inclusive, o biofertilizante apresentar-se como uma oportunidade natural de substituição ao fertilizante importado.



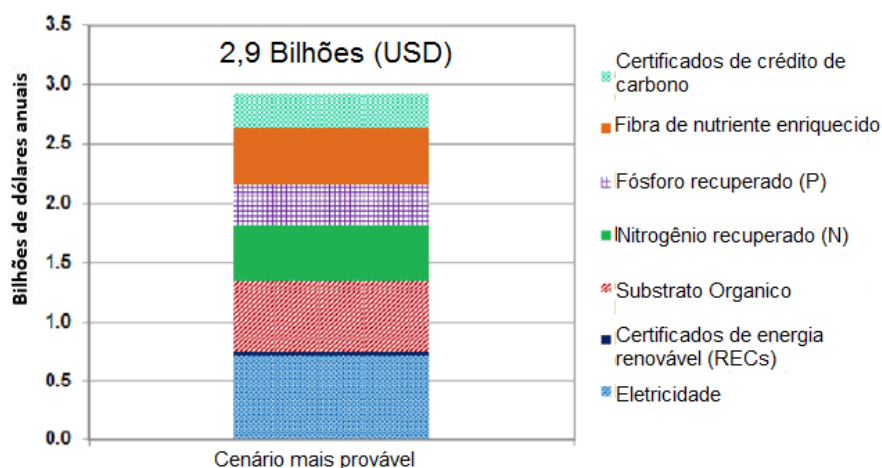


Figura 18 - Potencial de mercado dos produtos relacionados ao processo de digestão. Fonte: U.S. Department of Agriculture, U.S. Department of Energy, U.S. Environmental Protection Agency Biogas Opportunities Roadmap (Agosto/2014).

## 2.8. Aderência da temática do biogás aos setores agropecuários, de tratamentos de resíduos urbanos e sucroenergético

Esta seção aborda as inter-relações do biogás com os setores de tratamento de resíduos sólidos, de esgoto sanitário e com atividades agropecuárias.

A partir do substrato, buscou-se apresentar os potenciais e as sinergias desta agenda com a temática.

Apresentar cinco subdivisões, conforme a seguir.

### 2.8.1. Produção de biogás por tipo de biomassa

A tabela 4 apresenta a produção de biogás por tipo de biomassa.

Tabela 4 – Produção de biogás por tipo de biomassa

Biomassa	Produção de biogás (m <sup>3</sup> /ton biomassa)
Fração orgânica dos RSU (lixo orgânico)	150 - 200
Vinhaça, torta de filtro, palha e bagaço	20 – 100
Dejetos animais (suínos, bovinos e aves)	12 - 70
Matadouro (carne, sangue)	30 - 185
Cama de aviário	100 - 200

Resíduos agroindustriais (soro de leite, grãos, cervejeiros, resíduos de hortifruti)	60 - 110
Resíduos de lavouras (soja, café, mandioca)	50 - 150
Glicerina (produção de biodiesel)	600 - 650
Culturas Energéticas	180 - 220
Lodos de esgoto	40 - 60

Fonte: MCTIC, Status dos Projetos de MDS 2016. Fonte: Albarracin, Lorena (2016) – Dissertação de Mestrado

### 2.8.2. A pertinência e a aderência do Biogás em relação ao setor de resíduos sólidos urbanos

O gás oriundo de aterro, tratado pela sigla LFG (do inglês, *Landfill Gas*) pode ser aproveitado de duas maneiras: primeiro, ele pode ser transportado até um usuário final por meio de um gasoduto dedicado, após o processo de limpeza leve. O gás resultante preserva o seu conteúdo energético original e o gás natural oriundo de aterro substitui – ou é misturado com – gás natural no ponto de uso (ABRELPE, 2013).

A segunda maneira de substituir o gás natural é injetá-lo em uma rede de distribuição de gás natural já existente. Quando distribuído aos clientes através dos dutos, o gás natural deve atender a severos padrões de qualidade. Os operadores do gasoduto somente permitirão a entrada do LFG nos dutos após o processamento para aumentar seu conteúdo energético e atender às severas normas relativas a sulfeto de hidrogênio, umidade, dióxido de carbono e NMOCs<sup>3</sup>. A necessidade de praticamente dobrar o conteúdo energético do LFG tem levado o setor de utilização de LFG a chamar de gás de “alto BTU” ao gás purificado para atingir qualidade para bombeamento nos gasodutos.

Segundo o estudo em 2011, foram gerados aproximadamente 198 mil toneladas por dia de resíduos sólidos urbanos no Brasil, o que corresponde a cerca de 62 milhões de toneladas por ano.

Do total de resíduos gerados, 90% foram coletados, o que equivale a aproximadamente 180 mil toneladas por dia. Dos resíduos coletados em 2011,

<sup>3</sup> *Non-methane Organic Compounds*, no inglês. Compostos Orgânicos Não Metanos.

58% foram destinados a aterros sanitários, 24% a aterros controlados e 17% a lixões.

Em 2015, a produção de biogás a partir de aterro sanitário foi responsável por 51% do biogás gerado no País (EPE).

Conforme apresentado na Seção 2.2 a geração agregada de biogás decorrente de resíduos sólidos urbanos e esgoto sanitário representou 76% da geração nacional do produto, com cerca de 2.400 nm<sup>3</sup>/d.

O aproveitamento do biometano oriundos de aterros e esgoto sanitário foi regulamentado pela Resolução ANP nº 685, de 29 de junho de 2017, que estabeleceu as regras para a aprovação do controle da qualidade e a especificação do biometano oriundo de aterros sanitários e de estações de tratamento de esgoto destinado ao uso veicular e às instalações residenciais. Conforme apresentada na Nota Técnica nº: 157/2014/SBQ/ANP, de 17 de setembro de 2014, a ANP expôs a problemática da presença de contaminantes devido a grande variabilidade de componentes presentes nos resíduos. Segundo a Nota, os aterros sanitários e os tratamentos de esgoto sanitário são fontes que admitem compostos voláteis denominados siloxanos em sua composição. Esses contaminantes, de acordo com informações levantadas, poderiam afetar negativamente alguns usos.

Com a regulamentação, esses problemas foram superados, e a referida resolução possibilitou o uso seguro do biometano.

A geração de biogás em aterros inicia-se nos três meses seguintes à disposição, podendo continuar pelo período de 30 anos ou mais.

Os gases provenientes do aterro são captados e conduzidos até os sistemas de tratamento. A partir desse momento, ele pode ser queimado em *flares* ou aproveitado como fonte de energia e biometano.

As estimativas de redução de GEE em aterros variam conforme alguns fatores: (i) pelo tipo do resíduo, tais quais, restos alimentares, papeis, madeiras, entre outros; (ii) as condições relacionadas ao clima ao qual o aterro está submetido – se o aterro é localizado em regiões de clima tropical ou temperado; (iii) condições de umidade do resíduo, se seco ou úmido, e; (iv) estimativa quanto a redução das emissões de GEE relacionadas à geração de energia elétrica – quando for o caso, que dependem do perfil da matriz elétrica de cada país.

No Brasil, a Política Nacional de Resíduos sólidos, instituída pela Lei 12.305, de 2 de agosto de 2010, representou um marco para o setor, em que

pese no prazo determinado de 4 anos, não ter conseguido o mérito de ter acabado com os lixões, o que demandou a extensão do referido prazo legal.

A Lei 12.305/10 apresentou importantes instrumentos de fomento creditício e tributário, as quais destaca-se a seguir:

Art. 42. O poder público poderá instituir medidas indutoras e linhas de financiamento para atender, prioritariamente, às iniciativas de:

[...]

VIII - desenvolvimento de sistemas de gestão ambiental e empresarial voltados para a melhoria dos processos produtivos e ao reaproveitamento dos resíduos.

[...]

Art. 43. No fomento ou na concessão de incentivos creditícios destinados a atender diretrizes desta Lei, as instituições oficiais de crédito podem estabelecer critérios diferenciados de acesso dos beneficiários aos créditos do Sistema Financeiro Nacional para investimentos produtivos.

Art. 44. A União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios, no âmbito de suas competências, poderão instituir normas com o objetivo de conceder incentivos fiscais, financeiros ou creditícios, respeitadas as limitações da Lei Complementar no 101, de 4 de maio de 2000 (Lei de Responsabilidade Fiscal), a:

[...]

No período de 30 anos, compreendido entre 2009 e 2039, é estimada que a destinação de resíduos possa gerar cerca de 892 milhões de toneladas de CO<sup>2</sup> equivalente, o que representa uma média anual de 29,7 milhões de toneladas (ABRELPE, 2013).

Importante notar que os investimentos no tratamento adequado dos resíduos e geração de energia são estruturantes e de longo prazo, considerando o perfil da emissão de gases e o uso continuado do aterro.

Em relação ao potencial de geração de energia, considerando as estimativas de geração de eletricidade que, de maneira geral, baseiam-se na relação de 670 a 800 m<sup>3</sup>/h de biogás a uma concentração média em torno de 50% de metano resultariam na capacidade instalada de 1 MWe (megawatt hora equivalente) e que nem todo o biogás gerado em aterros poderá ser coletado, sendo adotado o percentual de 40% do biogás aproveitado em relação ao biogás gerado, a Abrelpe estimou o potencial brasileiro de geração de energia em 282 MWe no ano de 2013.

### 2.8.3. A pertinência e a aderência do Biogás em relação ao setor de águas residuais

O percentual do esgoto gerado que é tratado no País avançou de 37,8% para 46% entre os anos de 2010 e 2017. Em que pese o avanço verificado no período de sete anos da análise, o cenário ainda mostra a necessidade de aumento na cobertura do esgoto tratado em relação ao gerado (MDR, 2019).

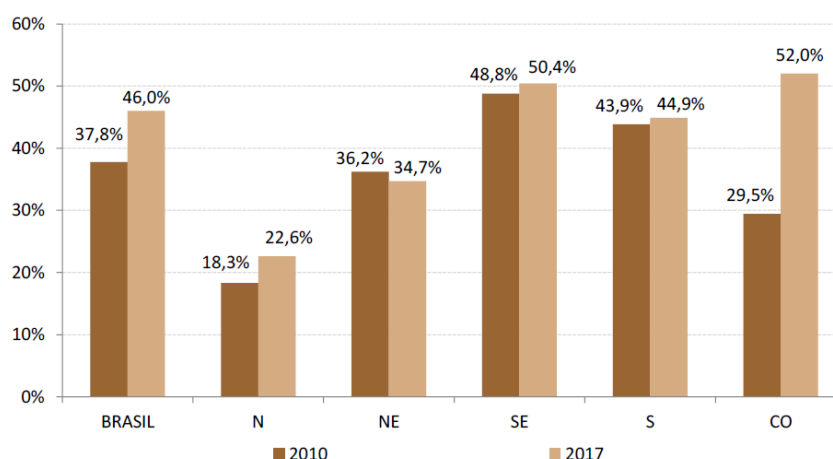


Figura 19 - Índice de tratamento dos esgotos gerados no País e nas macrorregiões, em 2010 e 2017, segundo dados do SNIS, Fonte: Ministério do Desenvolvimento Regional, Plano Nacional de Saneamento Básico – PLANSAB – versão revisada 2019.

Em 2015, a contribuição do substrato de lodo de esgoto na geração de biogás representou cerca de 6% da produção total.

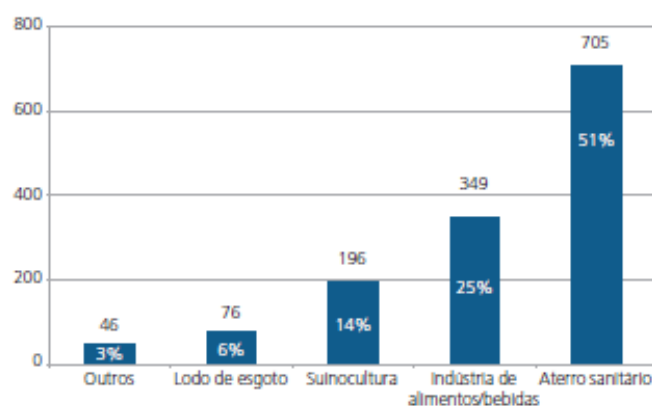


Figura 20 - Produção de biogás por substrato - Fonte EPE, IV Fórum do Biogás, São Paulo, 17-18 de outubro de 2017.

Os diversos usos do biogás podem contribuir para a viabilização de novas plantas e a modernização das instalações atuais de tratamento de esgoto.

Estudos de casos realizados pela Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais demonstram que o aproveitamento do biogás, no setor de resíduos sólidos, atuou no sentido de viabilizar a instalação de Centrais de Tratamento de Resíduos. Da mesma forma que se a questão se apresenta para o setor de resíduos sólidos urbanos, o uso do biogás pelo setor de tratamento de esgoto sanitário pode resultar na maior e melhor cobertura de tratamento de esgoto.

No ano de 2016, a maior parte das plantas em operação nos Estados Unidos era relacionada ao tratamento de esgoto sanitário. A quantidade de plantas relacionadas a esgoto sanitário foi de 1.241, enquanto a quantidade relacionada a aterro sanitário foi de 636 e a quantidade relacionada a rejeitos animais foi de 239 (American Biogas Council).

Em 2018, no Brasil, apenas 33 plantas relacionados ao setor de resíduos sólidos urbanos e tratamento de esgoto estavam aptas a gerarem biogás (CIBIOGAS). Esse dado, em análise agregada com o número de plantas de esgoto sanitário nos EUA (1.241), demonstra o grande potencial de crescimento do setor no País. Além do biogás, o tratamento do esgoto também gera como subproduto, o biofertilizante.

O uso do biofertilizante, desde que utilizado segundo as melhores técnicas de manejo do solo, resulta no aumento da produtividade agrícola. Entre os cuidados a serem observados no uso agrícola do biofertilizante, deve-se observar a presença de nitrato em grandes quantidades. O excesso de nitrato no lodo de esgoto pode resultar em contaminações dos corpos d'água em função da possibilidade de movimentação desse material devido a fatores naturais, como a infiltração da água de chuva, por exemplo.

Outro cuidado a ser adotado remete à possibilidade de acidificação de solos, em caso do uso em larga escala e sem o devido acompanhamento por profissional competente.

A utilização de lodo de esgoto como adubo nitrogenado pode trazer benefícios ao produtor, por ser um adubo barato, e também ao meio ambiente, por aliviar a carga de esgotos nos mananciais de água (Agência Embrapa de Informação Tecnológica – Ageitec).

#### **2.8.4. A pertinência e a aderência do Biogás em relação ao setor agropecuário**

Em 2017, o Brasil foi o 2º maior produtor mundial de carne de frango e o 4º maior produtor mundial de carne suína. Naquele ano, a produção nacional de carne de frango foi da ordem de 14,5% da produção mundial, e a de suínos 3%. (ABPA, 2017).

A análise indica que a produção apresenta um importante fator regional, com ampla predominância da região sul do País, sendo a região responsável por cerca de 69% da produção nacional de frangos e 64% da produção de suínos.

O projeto ABC – Agricultura de Baixa Emissão de Carbono estimou que um galpão de frangos de corte poderia gerar cerca de 65.250 m<sup>3</sup> de biogás ao ano (MAPA, 2016). Considerando a demanda de uma pequena propriedade, avaliou-se que o aproveitamento do biogás poderia contribuir para a autossuficiência de inúmeras propriedades rurais.

Em 2009, avaliou-se que a população brasileira de suínos possuísse potencial de produzir cerca de 4 milhões de m<sup>3</sup> por dia de biogás (MAPA 2009).

Considerando que o manejo indevido dos dejetos suínos pode provocar graves impactos ambientais. Os resíduos suinícolas têm impacto sobre os recursos hídricos, o que provoca o processo de eutrofização dos corpos d'água, altera a biodiversidade aquática (BNDES Setorial nº 44 – Agroindústria), o biogás apresenta para o setor de criação intensiva, uma grande oportunidade de mitigação de impactos negativos das atividades.

Ainda no que tange ao Setor Agropecuário, no ano de 2017, Brasil totalizou rebanho bovino com 214.899.796 cabeças. A região Centro-Oeste apresentou 74,1 milhões de cabeças, respondendo por 34,5% da população nacional de bovinos, seguida pela região Norte com 48,5 milhões e 22,6% (IBGE, PPM 2017).

Estima-se que o rebanho nacional de bovinos seja da ordem de 22% do rebanho mundial.

Mesmo que a criação de bovinos no País apresente uma dinâmica diferente da produção de carnes de frango e suíno, com predominância da pecuária extensiva, há de se pensar em instrumentos de mitigação dos impactos ambientais negativos também desta atividade. A produção de metano, por exemplo, é um deles.

Não obstante, o País também se destaca na produção grãos, substrato de grande potencial de produção de biogás. Levantamentos da safra de grãos 2017/2018 realizados pela Companhia Nacional de Abastecimento - CONAB davam conta do volume de produção nacional na ordem de 232 milhões de toneladas. O Brasil ocuparia a posição de 3º maior produtor de grãos, atrás apenas de China e EUA. Além de grande produtor, o País vem a ser grande exportador. A utilização de plantas geradoras de biogás em regiões portuárias poderia se apresentar como uma opção mitigadora à geração dos resíduos sólidos das atividades. Dados do setor agropecuário que não se limitam aos aqui apresentados, indicam grande potencial de geração do biogás a partir deste setor.

#### **2.8.5.A pertinência e a aderência do Biogás em relação ao setor sucroenergético**

Diversas as tecnologias que permitem o aproveitamento energético dos produtos da cana. Embora a mais tradicional ocorra através da queima do bagaço e da palha nas caldeiras, este escopo está sendo ampliado com a produção de biogás, utilizando-se a vinhaça e a torta de filtro, através da biodigestão (EPE, PDE 2027).



Figura 21 Bico de irrigação com uso de vinhaça em canavial em Alagoas. Fonte: Embrapa, banco de imagens. Por: NUNES, Saulo Coelho. Por: NUNES, Saulo Coelho. Disponível em <https://www.embrapa.br/busca-de-imagens/-/midia/713002/irrigacao-cana-vinhaça>, acessado em 15/04/2019.

Estima-se que o maior potencial de biogás no País esteja no setor sucroenergético (EPE, PDE 2027).



As projeções de aumento da produção de etanol e açúcar indicam elevada quantidade de resíduos deste setor que pode ser destinada à produção de biogás (EPE, PDE 2027).

A figura 22, exibida a seguir, apresenta a projeção da produção de etanol no Brasil até o ano de 2027.

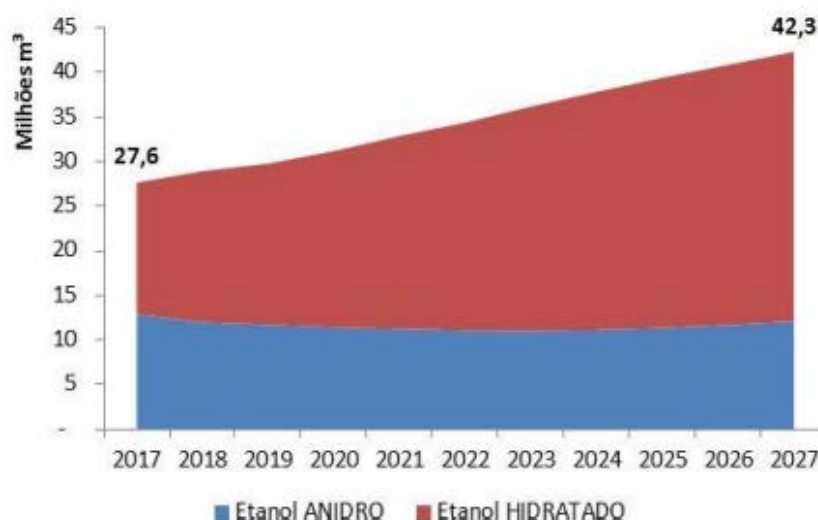


Figura 22 - Projeção de produção de Etanol no Brasil.

Fonte: EPE, Plano Decenal de Energia 2027.

Considerando que toda a vinhaça e torta de filtro resultantes serão destinadas para a biodigestão, o potencial de biogás alcança 7,2 bilhões de Nm³ em 2027, representando 3,9 bilhões de Nm³ de biometano (EPE, PDE 2027).

Em que pese o potencial de benefícios associados à atividade, há de prever medidas que impeçam a contaminação do solo e da água por quantidades excessivas de nutrientes, sobretudo o nitrogênio, além de outras substâncias associadas, tais como metais pesados.

### **3 Métodos e procedimentos de coleta e de análise de dados do estudo**

Este capítulo pretende informar sobre as diversas decisões acerca da forma como este estudo foi realizado.

Está dividido em três seções que informam, respectivamente, sobre as etapas de coleta de dados do estudo realizado, sobre as fontes de informação selecionadas para coleta de informações neste estudo e, por fim, construção de um cenário propositivo acerca do tema.

#### **3.1. Etapas de coleta de dados**

Para atingir os objetivos deste trabalho, a metodologia adotada envolveu três etapas. A primeira delas foi baseada em pesquisa exploratória, onde buscou-se avaliar a pertinência da temática às agendas e as políticas públicas ambientais correlatas.

Em seguida, buscou-se avaliar o contexto brasileiro e o potencial do País em relação à produção de biogás. Foram abordadas as sinergias entre vários setores produtivos, sobretudo o agropecuário, com a produção do biogás, bem como a relação da temática com os setores de tratamento de águas residuais e resíduos sólidos urbanos.

Na última etapa, avaliados os critérios de convergência e pertinência da matéria, foi sugerida a elaboração de um plano nacional de modo a agregar institucionalidade e visão integrada à abordagem do biogás.

#### **3.2. Fontes de informação selecionadas para coleta de dados no estudo**

Para a elaboração deste trabalho buscou-se informações junto a trabalhos acadêmicos, atos legais, resoluções da Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis - ANP, publicações de organismos multilaterais e instituições de credibilidade reconhecidas, bem como dados estatísticos de instituições governamentais e não governamentais.

### **3.3.Limitações do Estudo**

A temática do biogás é extremamente densa, rica e inter-relacionada com diversos setores.

Ademais, trata-se de um assunto em franco desenvolvimento com inúmeras possibilidades de rotas e usos.

Este estudo não pode analisar as tecnologias associadas aos processos que demandariam a limitação dos cenários estudados. Avaliou-se que a discussão acerca da pertinência da política apresentava maior aderência com o objetivo da especialização, qual seja, política pública, do que qualquer outra questão relacionada.

Também não se deteve às medidas elencadas pelo setor por entender que, neste momento, o mais importante seja a institucionalização da questão, para que, de forma organizada, as questões que se apresentam como barreira para o setor possam ser avaliadas no nível de detalhamento adequado.

## 4 Apresentação e análise dos resultados

Este capítulo, organizado em seis seções, apresenta e discute os principais resultados alcançados, analisa e discute suas implicações e produz sugestões sobre o estudo previamente selecionado.

### 4.1.A pertinência da temática do biogás à agenda ambiental

A temática do biogás está alinhada às políticas públicas ambientais brasileiras e aos acordos internacionais nos quais o Brasil participa.

Além do biogás ser um combustível renovável com menor potencial de emissões de gases de efeito estufa em relação a uma série de outros combustíveis, sobretudo os combustíveis fósseis, o seu aproveitamento pode incentivar ações de combate à poluição local e a emissão do metano na atmosfera que apresenta potencial de aquecimento de cerca de 21 vezes (alguns estudos já indicam que esse potencial possa variar até 28 vezes).

Dados apresentados por meio da tabela 5 demonstram que o aproveitamento do biogás como fonte de energia contribuiu para a viabilização da Central de Tratamento de São Matheus (ES), (ABRELPE, ATLAS DE INVENTÁRIO 2013).

Tabela 5 – Estudo de Caso

Item	Descrição
Empreendimento	CTR São Matheus (ES)
Taxa Interna de Retorno – TIR (previsão de geração elétrica de 1 MW)	12,90%
Taxa Interna de Retorno – TIR (caso o biogás fosse queimado nos flares)	5,60%
Taxa Mínima de Atratividade - TMA	10,25%
Observação	Avalia-se que a geração elétrica resultou na viabilização do projeto com aumento significativo no retorno financeiro do projeto.

Fonte: Abrelpe (2013), Atlas de Inventário de emissões e potenciais de geração.

O estudo de caso da CTR São Matheus (ES) demonstra a importância e o potencial sinérgico entre o biogás e o setor de saneamento básico no Brasil.

O Plano Nacional de Saneamento Básico – PLANSAB apresenta que no ano de 2016 apenas 40,7% dos municípios brasileiros destinaram seus resíduos a aterros controlados.

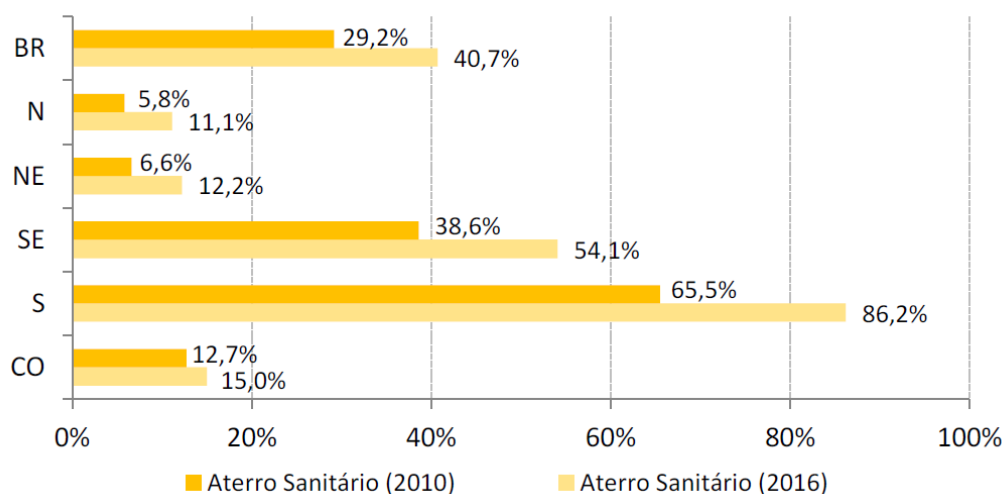


Figura 23– Percentual de municípios que dispõem seus resíduos sólidos domiciliares em aterro sanitário, no País e nas macrorregiões, em 2010 e 2016. Fonte: Ministério do Desenvolvimento Regional, Plano Nacional de Saneamento Básico – PLANSAB – versão revisada 2019.

Em situação similar à dos resíduos sólidos no País, este trabalho destacou na seção 2.8.3 que o Brasil tratou, no ano de 2016, apenas 46% do esgoto gerado (MDR - PLANSAB – versão revisada 2019).

Não obstante, o manejo inadequado de rejeitos oriundos de atividades agroindustriais ou mesmo de resíduos sólidos advindos de atividades urbanas, bem como a origem de águas residuais e processos industriais podem se apresentar como extremamente danosos a natureza.

Conforme apresentado na seção 2.8.4, dejetos suínos podem provocar graves impactos ambientais. Os resíduos suínos têm impacto sobre os recursos hídricos, o que provoca o processo de eutrofização dos corpos d'água, altera a biodiversidade aquática (BNDES Setorial nº 44 – Agroindústria).

Da mesma forma, a disposição inadequada de biofertilizante no solo pode acarretar contaminação dos corpos hídricos se lançados em quantidades e concentrações de nitrogênio ou mesmo metais pesados não recomendadas. A melhor forma de disciplinar a questão é agregar institucionalização, conhecimento e trabalho à temática.

A figura 24, a seguir, demonstra a relação do biogás com a economia circular, na qual resíduos de determinados processos são utilizados como fonte de biometano na forma de biocombustível relacionado à matriz veicular, como insumo a processos industriais, bem como geração de calor e energia.



no campo. Ademais, agrega dinamismo econômico e movimenta uma extensa cadeia produtora.

### 4.3.A contribuição do biogás para a transição energética

A figura 25 exibe rendimentos em base comparativa segundo a origem do biocombustível. Na figura são exibidos combustíveis líquidos, já tradicionalmente utilizados no País, e também os decorrentes do processo de digestão que resultam no biogás, e após a purificação desse, o biometano. Os biocombustíveis apresentam-se como possíveis substitutos aos combustíveis fósseis.

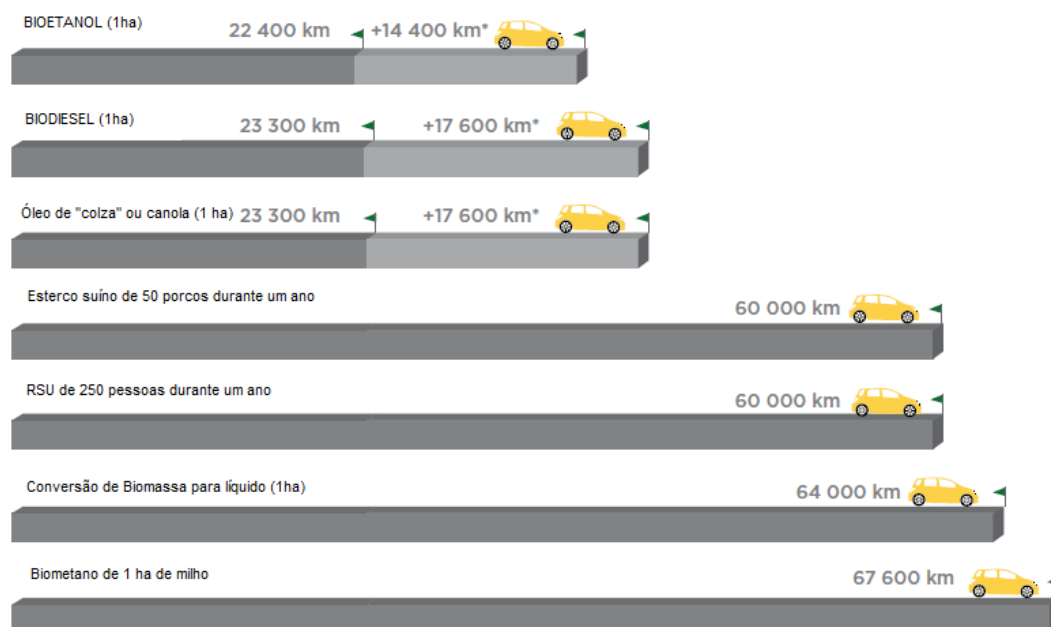


Figura 25 - Rendimento do combustível em veículos de Rodagem. (Adaptado) Fonte: FNR (2016); Hoornweg (2012) IRENA BIOGAS FOR ROAD VEHICLES 2017.

Nota (1): A barra cinza clara representa a quilometragem a partir dos subprodutos associados ao combustível. Ex: no caso do álcool, considera a torta de filtro e a palha.

A figura 26 exibida a seguir mostra a perspectiva de importação do Diesel A (diesel puro, sem mistura) nos próximos 10 anos.

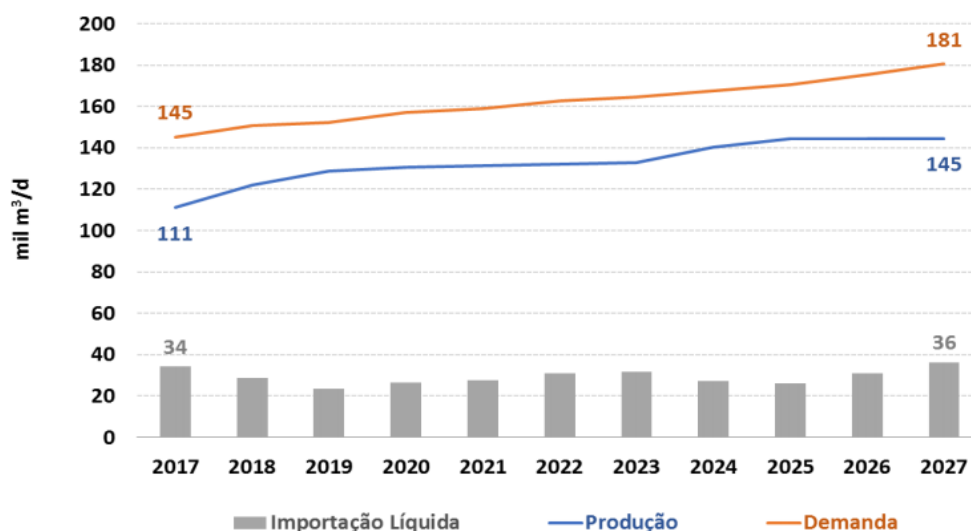


Figura 26 - Balanço Nacional de Óleo Diesel A. Fonte EPE, PDE 2027

A análise combinada das figuras 25 e 26 mostra que esses combustíveis apresentam características de complementariedade no mercado nacional.

O uso de biocombustíveis poderia resultar em maior segurança energética, além de geração de emprego e renda no país.

A inserção de combustíveis na matriz veicular também resultaria na redução de gases de efeito estufa como se apresenta na tabela 6 a seguir.

Tabela 6 – Emissões de gramas de CO<sub>2</sub> eq/MJ

Matéria Prima	gCO <sub>2</sub> eq/MJ	% redução em relação à gasolina
Biogás de restos orgânicos	21,40	74%
Estrume úmido/molhado	14,40	83%
Estrume seco	12,90	85%

Fonte: <https://ec.europa.eu/energy/intelligent/projects/en/projects/biograce>, apud IRENA - International Renewable Energy Agency - Biogas for road vehicles (2017)

As matrizes elétricas e energéticas do Brasil destacam-se como matrizes limpas no contexto mundial, devido à grande participação das energias renováveis. No que tange à matriz energética, mesmo que a matriz brasileira se destaque no uso de energias renováveis, avalia-se que a participação de renováveis poderia ser fomentada com o uso de biocombustíveis.



O aumento da parcela de não renováveis na matriz elétrica se deve à matriz de transportes (veicular) e a processos industriais específicos demandantes de recursos fósseis.

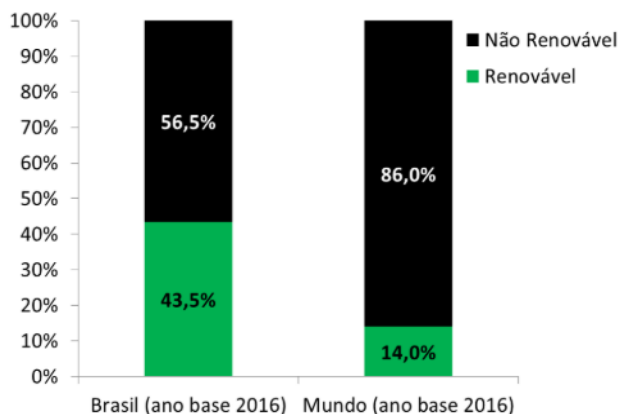


Figura 27– Participação de fontes renováveis e não renováveis na Matriz Energética Brasileira do ano de 2017, Fonte: EPE, PDE 2027 (2018).

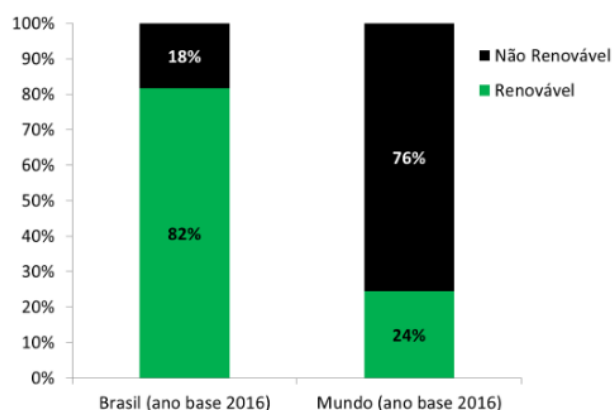


Figura 28– Participação de fontes renováveis e não renováveis na Matriz Elétrica Brasileira do ano de 2017, Fonte: EPE, PDE 2027 (2018)

#### 4.4.A pertinência da temática do biogás no que tange à aspectos econômicos

Na seção 2.7 “aspectos econômicos” apresentou-se a visão integrada dos departamentos de energia, agricultura e da agência de Proteção Ambiental americana, do inglês, EPA - *Environmental Protection Agency* acerca da estimativa do mercado relacionado aos processos de digestão da matéria orgânica naquele País que foi da ordem de USD 3 bilhões em 2014.

A Seção 4.1 “a pertinência da temática do biogás à agenda ambiental”, trouxe estudo de caso realizado pela Abrelpe, onde o uso do biogás permitiu a viabilização de uma Central de Tratamento de Resíduos.

Ao longo de todo o capítulo 2 percebeu-se que essa temática apresenta enorme potencial no País, dada a vocação brasileira como país produtor de alimentos, ou considerando-se o forte relacionamento da temática ao setor de tratamento de esgoto e resíduos sólidos urbanos, onde o País ainda apresenta carências de investimentos.

#### **4.5.A necessidade de uma política mais efetiva: barreiras identificadas para o desenvolvimento do setor e os seus reflexos**

Segundo Albarracin, Lorena (2016), pesquisa com gestores de empresas públicas e privadas resultou na apresentação das seguintes barreiras para o setor de biogás no Brasil.

Avalia-se como de grande importância o exercício de se ouvir os agentes que vivenciam o problema no dia-a-dia e podem apresentar as questões sobre uma perspectiva diferente.

A análise indica que alguns problemas foram superados, como é o caso da questão apresentada no item 10 “Falta de regulamentação sobre a injeção de biometano na rede de gás natural”, uma vez que a Resolução ANP nº 685, de 29 de junho de 2017, estabeleceu regras para aprovação do controle da qualidade e a especificação do biometano oriundo de aterros sanitários e de estações de tratamento de esgoto destinado ao uso veicular e às instalações residenciais. A Resolução ANP nº 8, de 30 de janeiro de 2015, já abarcava regulamentação para o biogás oriundo de atividades agrossilvopastoris.

No entanto, a percepção é que algumas situações permaneçam e necessitem ser tratadas com maior institucionalidade. Percebe-se que trata de problemas diversos afetos a políticas setoriais distintas.

Tabela 7 – Barreiras apontadas pelos gestores de empresas públicas e privadas para o desenvolvimento do Setor.

Item	Descrição
01	Preços baixos da eletricidade
02	Taxação alta sobre os equipamentos
03	Falta de mão de obra especializada

04	Preços elevados da tecnologia utilizada
05	Necessidade de coleta seletiva de resíduos
06	A população não acredita nos gestores públicos
07	Os municípios não possuem recursos para o setor
08	Falta de visão ou interesses políticos mal intencionados
09	Falta de informação sobre o aproveitamento do biogás
10	Falta de regulamentação sobre a injeção de biometano na rede de gás natural
11	Falta de parcerias entre empresas, universidades
12	Desconhecimento técnico sobre o real potencial de aproveitamento do biogás
13	Falta de tecnologia nacional
14	Deficiência de recursos humanos no setor do biogás (falta de capacitações)
15	Falta de participação do biogás na matriz energética
16	Desconhecimento de instalações em empresas industriais que estão utilizando seus resíduos para a geração de biogás, para consumo próprio
17	Falta de um plano específico para o biogás com metas exclusivas sobre a geração, a qualidade, seus usos finais e as perspectivas em todos os setores envolvidos com o biogás
18	Complexidade das leis brasileiras com relação à tributação e leis ambientais / regulatórias. - Intermitência na geração do biogás
19	Presença de contaminantes como siloxanos no biogás gerado em aterros sanitários
20	Falta de interesse público por esse tipo de energia. - Os equipamentos devem ser importados. - Elevada carga tributária
21	Falta de fiscalização do setor, para que sejam cumpridas as metas estabelecidas
22	Falta que o poder público analise melhor as propostas recebidas
23	Problema com o porte das instalações. É complicado viabilizar projetos abaixo de 1 MW, no caso dos aterros sanitários
24	Falta de assessoramento para o processo de geração do biogás
25	Problemas técnicos na conexão com a rede de distribuição
26	Falta de profissionais qualificados
27	Falta de incentivos para o setor do biogás
28	Falta conhecimento sobre as tecnologias existentes, suas capacidades, limitações e potencial
29	Falta de parcerias com entidades de pesquisa, empresas, universidades, etc
30	Falta de conscientização das empresas sobre a contaminação causada ao se verter os efluentes industriais nos corpos da água

Fonte: Albarracin, Lorena (2016) – Dissertação de Mestrado

#### 4.6.A abordagem legal em nível dos estados

A Tabela 8 apresentada a seguir demonstra que os legisladores e os formuladores de políticas públicas em nível estadual optaram por uma abordagem integrada expressa por meio de dispositivos legais para tratar a temática do biogás e todas as ações delas decorrentes.

Inúmeros outros estados possuem diplomas legais que abarcam incentivos às energias renováveis ou medidas relacionadas às mudanças climáticas (Ex.: Mato Grosso do Sul e Pernambuco).

Como a pauta inclui uma série de abordagens, destacam-se inúmeras iniciativas no âmbito do CONFAZ – Conselho Nacional de Política Fazendária que visam a promoção do uso de energias renováveis.

Tabela 8 – Diplomas Legais que regem a temática do biogás em nível estadual.

Item	UF	Descrição
01	ES	Decreto nº 3453-R de 5 de dezembro de 2013.
		Dispõe sobre a política estadual de incentivo as energias renováveis - eólica, solar e da biomassa e outras fontes renováveis.
02	MG	Decreto nº 46.296 de 14 de agosto de 2013
		Dispõe sobre o Programa Mineiro de Energia Renovável - Energias de Minas - e de medidas para incentivo à produção e uso de energia renovável.
03	PR	Lei nº 19.500 de 21 de maio de 2018.
		Dispõe sobre a Política Estadual do Biogás e Biometano e adota outras providências.
04	RJ	Lei nº 6.361, de 18 de dezembro de 2012.
		Dispõe sobre a Política Estadual de Gás Natural Renovável – GNR.
05	RS	Lei nº 14.864 de 11 de maio de 2016.
		Institui a Política Estadual do Biometano.
06	SC	Lei nº 17.542 de 12 de julho de 2018.
		Institui a Política Estadual do Biogás.
07	SP	Decreto nº 58.659, de 4 de dezembro de 2012.
		Institui o Programa Paulista de Biogás e dá providências correlatas.

Nota: Tabela exemplificativa, não exaustiva. Demonstra iniciativas legais de determinadas unidades da federação.

## 5 Conclusões e recomendações para novos estudos

A temática do biogás apresenta a característica da transversalidade entre vários setores e tem como benefícios ganhos, principalmente, ambientais e sociais. Tais benefícios de natureza difusa, ao não serem considerados de maneira conjunta, são subavaliados ou não abarcados pelas políticas adequadas.

Ademais, a discussão da temática demanda maior institucionalidade e envolvimento dos agentes com mandato para atuar em prol de uma política pública abarcada por um diploma legal para se abordar a temática de maneira estruturada e efetiva. Cumpre ressaltar que a administração pública é regida pelo princípio da legalidade. Atos dos agentes públicos só terão validade, se amparados em lei.

Cita-se como exemplo, o Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB) que, de fato, impulsionou o uso deste biocombustível. Salienta-se que, tal qual se apresenta hoje para o biogás, uma série de barreiras, rotas e alternativas se apresentavam para o desenvolvimento do biodiesel no mercado de combustíveis. O PNPB estabeleceu Comissão Executiva Interministerial (CEIB) que coordenou as ações para o atingimento de metas expressas no Plano.

Retomando à temática do biogás, avalia-se que os agentes de mercado já se apresentam preparados para o avanço do programa. O setor público - em certa conta, principalmente por iniciativas no âmbito dos governos estaduais - já compreenderam a necessidade da visão integrada. Avalia-se então que, neste momento, um Plano Nacional se faça necessário, uma vez que parte dos gargalos ao desenvolvimento do setor encontram-se na esfera da União.

Não se trata de uma burocratização da temática, mas sim a participação do estado onde se faça necessária, qual seja a coordenação de uma política pública de cunho nacional.

O Plano tem o potencial de identificar os melhores caminhos a seguir. Importante sempre destacar a aderência da temática à agenda ambiental com o intuito de se evitar desvios de finalidade e apropriação desta questão por corporativismos pontuais.

Objetivos expressos em uma política nacional apresenta o benefício de mostrar sinalizações claras aos envolvidos que, em função dessas sinalizações, se mostrarão aptos a investirem, a se capacitarem e a buscarem o

desenvolvimento de soluções tecnológicas, que são de suma importância para o Setor.

### **5.1.Sugestões e recomendações para novos estudos**

Estudos futuros poderão avaliar com o nível de detalhamento adequado quais medidas seriam cabíveis, pertinentes e mais eficazes para promoverem o desenvolvimento do setor. Uma vez identificadas e avaliadas, essas medidas seriam incorporadas ao Plano Nacional do Biogás.

Inúmeras sugestões são apresentadas por associações representantes do setor, no entanto, faz-se necessário o maior conhecimento do tema em nível governamental de modo a se preservar o interesse público e a aderência à abordagem ambiental e social.

## 6 Referências Bibliográficas

ABPA - Associação Brasileira de Proteína Animal - **Relatório Anual 2018**. Disponível em <http://abpa-br.com.br/storage/files/relatorio-anual-2018.pdf>.

ABRELPE - Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Atlas de Brasileiro de Emissões de GEE e potencial energético na geração de resíduos sólidos** (2013).

Albarracin, Astrid Lorena Torres – Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia Mecânica. Dissertação de mestrado. **Biogás oriundo de resíduos como vetor energético para o Brasil**. 2016.

ANP – Agencia Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. **Resolução. ANP nº 8 de 20/01/2015**. Estabelece as regras para aprovação do controle da qualidade e a especificação do biometano oriundo de atividades agrossilvopastoris. Rio de Janeiro:2015.

ANP – Agencia Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. **Resolução. ANP nº 685 de 29/06/2017**. Estabelece as regras para aprovação do controle da qualidade e a especificação do biometano oriundo de aterros sanitários e de estações de tratamento de esgoto destinado ao uso veicular e às instalações residenciais, in. Rio de Janeiro:2017.

ANP - Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. **Nota Técnica nº: 157/2014/SBQ/ANP – 17/09/2014**. Assunto: Criação de Resolução que estabelece a especificação do Biometano de origem nacional a ser comercializado em todo o território nacional.

BNDES - BNDES Setorial 44 - Impactos ambientais da suinocultura: desafios e oportunidades. Agroindústria. P. 125-156. Por Minoru Ito, Diego Guimarães, Gisele Amaral.

BNDES - BNDES Setorial 47 - **Biogás de resíduos agroindustriais: panorama e perspectivas (Pag. 221 a 276)**. Artur Yabe Milanez, Diego Duque Guimarães, Guilherme Batista da Silva Maia, José Antônio Pereira de Souza, Mário Luiz Freitas Lemos. Março/2018.

BRASIL, Ministério do Desenvolvimento Regional. **PLANSAB – Plano Nacional do Saneamento Básico** – versão revisada 2019. Brasília. Março/2019.

BRASIL, Ministério de Ciência, Tecnologia, Inovação e Comunicação MCTIC. **Status dos projetos do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) no Brasil – Ano 2016**. Disponível em:

[https://www.mctic.gov.br/mctic/opencms/ciencia/SEPED/clima/mecanismo\\_de\\_desenvolvimento\\_limpo/Mecanismo\\_de\\_Desenvolvimento\\_Limpo.html](https://www.mctic.gov.br/mctic/opencms/ciencia/SEPED/clima/mecanismo_de_desenvolvimento_limpo/Mecanismo_de_Desenvolvimento_Limpo.html).

Brasil, Ministério do Meio Ambiente - **Convenção quadro das Nações Unidas sobre Clima /Acordo De Paris**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/clima/convencao-das-nacoes-unidas/acordo-de-paris>, acesso em 06/04/2019.

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Biogás**. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/biogas/>, acessado em 16/04/2019

CIBIOGÁS - Nota Técnica: 02/2019 – **Panorama do biogás no Brasil em 2018**. Março/2019.

CIBIOGÁS – Granja São Pedro Colombari. Disponível em: <https://cibiogas.org/colombari>. acessado em abril/2019.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Levantamentos da safra de grãos 2017/2018 (2018)**.

Decreto nº 9.073, de 5 junho de 2017. **Promulga o Acordo de Paris** sob a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, celebrado em Paris, em 12 de dezembro de 2015, e firmado em Nova Iorque, em 22 de abril de 2016.

Decreto Estadual nº 3453-R de 5 de dezembro de 2013. **Dispõe sobre a política estadual de incentivo as energias renováveis - eólica, solar e da biomassa e outras fontes renováveis**. Estado do Espírito Santo.

Decreto Estadual nº 46.296 de 14 de agosto de 2013. **Dispõe sobre o Programa Mineiro de Energia Renovável - Energias de Minas** - e de medidas para incentivo à produção e uso de energia renovável. Estado de Minas Gerais.

Decreto Estadual nº 58.659, de 4 de dezembro de 2012. **Institui o Programa Paulista de Biogás e dá providências correlatas**. Estado de São Paulo.

EMBRAPA. **Banco de imagens**. Por: NUNES, Saulo Coelho. Disponível em <https://www.embrapa.br/busca-de-imagens/-/midia/713002/irrigacao-cana-vinhaca>, acessado em 15/04/2019.

EPE - Empresa de Pesquisa Energética. **Balanco Energético Nacional 2018** – ano base 2017.



EPE - Empresa de Pesquisa Energética. **Plano Decenal de Expansão de Energia 2027** / Ministério de Minas e Energia. Empresa de Pesquisa Energética. Brasília: MME/EPE, 2018.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa da Pecuária Municipal (PPM) 2017**.

IEA Bioenergy. Task 37. **Governance of Environmental Sustainability of manure-based centralised biogas production in Denmark**. Summary Series. IEA Bioenergy: Task 37. Jul/ 2018.

IEA Bioenergy. **The role of anaerobic digestion and biogás in the circular economy**. Summary Series. IEA Bioenergy: Task 37. Ago/ 2018.

IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change - **Anthropogenic and Natural Radiative Forcing** – Capítulo 8. Disponível em: [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WG1AR5\\_Chapter08\\_FINAL.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WG1AR5_Chapter08_FINAL.pdf)

IRENA - International Renewable Energy Agency - **Biogas for road vehicles (2017)**.

IRENA - International Renewable Energy Agency – **Biogas: Opportunities – Roadmap (2014)**.

Lei Federal nº 12.305, de 02 de agosto de 2010. Institui a **Política Nacional de Resíduos Sólidos**; altera a Lei 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências.

Lei Estadual nº 19.500 de 21 de maio de 2018. **Dispõe sobre a Política Estadual do Biogás e Biometano e adota outras providências**. Estado do Paraná.

Lei Estadual nº 6.361, de 18 de dezembro de 2012. **Dispõe sobre a política Estadual de Gás Natural Renovável – GNR**. Estado do Rio de Janeiro.

Lei Estadual nº 14.864 de 11 de maio de 2016. **Institui a Política Estadual do Biometano**. Estado do Rio Grande do Sul.

Lei Estadual nº 17.542 de 12 de julho de 2018. **Institui a Política Estadual do Biogás e estabelece outras providências..** Estado de Santa Catarina.

NOAA - National Oceanic and Atmospheric Administration . **Greenhouse Gas Index (AGGI)**. Disponível em: <https://www.esrl.noaa.gov/gmd/aggi/>, acessado em 06/04/2019.

Oxford Institute Energy Studies: **A significant contribution to decarbonising gas markets?**. (2017). Disponível em: <https://www.oxfordenergy.org/wpcms/wp-content/uploads/2017/06/Biogas-A-significant-contribution-to-decarbonising-gas-markets.pdf>, acessado em 16/04/2019.

Portugal. Portugal 2020. **Economia Circular**. Disponível em: [https://www.portugal2020.pt/Portal2020/Media/Default/Images/NOTICIAS2020/circular\\_economy\\_pt.jpg](https://www.portugal2020.pt/Portal2020/Media/Default/Images/NOTICIAS2020/circular_economy_pt.jpg), acessado em 16/04/2019.