

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

PECE - PROGRAMA DE EDUCAÇÃO CONTINUADA DA ESCOLA POLITÉCNICA



**REGULAMENTAÇÃO E OPERACIONALIZAÇÃO DO SWAP DE BIOMETANO NAS
REDES DE DISTRIBUIÇÃO DE GÁS NATURAL NO ESTADO DE SÃO PAULO**

GABRIELA DIAS BAILUNE

SÃO PAULO – SP 2022

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

PECE - PROGRAMA DE EDUCAÇÃO CONTINUADA DA ESCOLA POLITÉCNICA



**REGULAMENTAÇÃO E OPERACIONALIZAÇÃO DO SWAP DE BIOMETANO NAS
REDES DE DISTRIBUIÇÃO DE GÁS NATURAL NO ESTADO DE SÃO PAULO**

Monografia apresentada a Universidade de São Paulo para conclusão do curso de
Especialização em Energia Renováveis, Geração Distribuída e Eficiência Energética

Orientadora: Vanessa Pecora Garcilasso

GABRIELA DIAS BAILUNE

SÃO PAULO – SP 2022

Resumo

O biogás é um biocombustível gasoso produzido por meio da decomposição de matéria orgânica. Através do processo de purificação do biogás, eliminando seu alto teor de gás carbônico e alterando sua composição para no mínimo 90% de metano, é obtido o biometano, que é considerado o substituo renovável do gás natural. Com a tecnologia presente no país há pouco mais de 10 anos, a produção, fornecimento e consumo do biometano ainda apresenta diversos desafios. O trabalho destaca a produção atual e o potencial de produção de biometano no estado de São Paulo, com foco nos resíduos da indústria sucroenergética, e em seguida compara com a localização do centro consumidor de gás natural do estado, analisando os principais meios de fornecimento desse gás renovável entre fornecedor e consumidor, evidenciando a regulação de *swap* do estado de São Paulo, e a técnica de produção e transporte via GNC (gás natural comprimido). Em seguida também são abordados os atributos ambientais que derivam da produção e consumo do biometano, sendo o CBIO (através do programa RenovaBio) e o certificado GasRec, os disponíveis no Brasil atualmente.

Palavras-chave: biogás, biometano, gás natural, *swap*, GNC (Gás Natural Comprimido)

Abstract

Biogas is a gaseous biofuel produced by the decomposition of organic material. Through the biogas purification process, eliminating the high content of carbon dioxide and changing its composition to at least 90% of methane, it is possible to produce the biomethane, which is considered a renewable substitute for the natural gas. With the technology present in Brazil for 10 years, the production, supply and consumption of biomethane still presents several challenges. The article will highlight the current production and potential of biomethane in the state of São Paulo, focusing on production through sugar-energy industry by products and then compared with the location of the natural gas consumer centers, analyzing the main means of supplying this renewable gas between suppliers and consumers, evidencing the swap regulation at the state of São Paulo, and also the process of CNG (compressed natural gas) production and transport. Then, it will be analyzed the environmental attributes that derivate from the production and consumption of biomethane, with the study of CBIO (through the RenovaBio program) and the GasRec certificate, the ones currently available in Brazil.

Keywords: Biogas, biomethane, natural gas, *swap*, CNG (Compressed Natural Gas).

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1. Linha do tempo com os principais marcos referentes a regulamentação do biometano.....	12
Figura 2.2. Mapa com o potencial brasileiro de produção de biogás por estado.....	13
Figura 2.3. Mapa com a produção de biogás no Brasil.....	14
Figura 2.4. Mapa com a produção de biometano no Brasil.....	15
Figura 2.5. Mapa georreferenciado do potencial técnico de energia elétrica disponível no Estado a partir de todas as fontes analisadas para produção de biogás.....	16
Figura 2.6. Potencial de biometano no estado de São Paulo por área de concessão das distribuidoras.....	16
Figura 2.7. Localização das Usinas de cana de açúcar no estado de São Paulo.....	18
Figura 2.8. Planta de biogás em Narandiba.....	19
Figura 2.9. Posto de abastecimento de biometano da Sabesp.....	20
Figura 2.10. Planta de produção de biometano em Caucaia, Fortaleza.....	21
Figura 2.11. Usina Dois Arcos, localizada na região dos Lagos, Rio de Janeiro.....	21
Figura 2.12. Consumo de gás natural no Brasil em 2019, por segmento, elaborado com dados da EPE.....	23
Figura 2.13. Consumo de gás natural (m ³) no estado de São Paulo em 2021, de acordo com os dados do anuário energético por municípios.....	24
Figura 3.1. Malha de rede de distribuição da Comgás.....	26
Figura 3.2. Malha de rede de distribuição da Gás Brasileiro.....	27
Figura 3.3. Cidades atendidas pela rede de distribuição da Naturgy.....	27
Figura 3.4. Distância entre a Usina de Bonfim até a rede de distribuição de gás mais próxima.....	29
Figura 3.5. Carretas especiais com cestas de cilindros para transporte do GNC.....	33

Figura 3.6. Escopo da compensação na emissão de gases do efeito estufa de acordo com o GHG.....	35
Figura 3.7. Plataforma da ANP para acompanhamento e apuração das metas do CBIO.....	36
Figura 3.8. Evolução da geração de lastro para emissões de CBIOs do biometano....	37

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1. Potencial de biogás, biometano e de geração de energia elétrica através do biogás, por substrato no estado de São Paulo.....	17
Tabela 2.2. Consumo de gás natural em São Paulo por área de concessão.....	24
Tabela 2.3. Extensão da rede de distribuição instalada no estado de São Paulo por área de concessão.....	25

SUMÁRIO

1. Introdução	9
1.1 Objetivo.....	10
1.2 Justificativa.....	10
2. Revisão Bibliográfica.....	11
2.1 Produção de biogás e biometano.....	12
2.1.1 Panorama Nacional de Produção de biogás e biometano.....	12
2.1.2 Produção de biogás e biometano no estado de São Paulo.....	15
2.1.3 Estudo de caso – Plantas de biogás e biometano.....	18
2.2 Oferta e Demanda de gás natural.....	22
2.2.1 Panorama Nacional de Oferta e Demanda de gás natural.....	22
2.2.2 Mercado consumidor no estado de São Paulo.....	23
3. Desafio no fornecimento de biometano.....	26
3.1 Localização das redes de distribuição.....	26
3.2 Investimento para extensão das redes de distribuição.....	28
3.3 Swap nas redes de distribuição.....	30
3.4 Alternativa via GNC (gás natural comprimido).....	32
3.5 Atributos ambientais: biometano.....	34
3.5.1 Programa RenovaBio.....	36
3.5.2 Certificado GasRec.....	37
4. Conclusão.....	39
5. Referências bibliográficas	42

1. Introdução

A cada ano a preocupação da comunidade mundial com o aquecimento global e com os recursos naturais aumenta, e conseqüentemente observa-se grande esforços para mitigar impactos negativos relacionados ao desgaste natural e a emissão de carbono.

Diversos setores estão diretamente ligados a esse impacto e vêm se reinventando com novas tecnologias a fim de reduzir a emissão de gases do efeito estufa. O objeto de estudo desse trabalho será o setor energético com foco na produção de biometano, combustível alternativo ao combustível fóssil gás natural.

Apesar do grande movimento mundial de implementação de energia solar e eólica, consideradas renováveis e de baixo impacto aos recursos naturais, essas são fontes de energia intermitentes, ou seja, aquelas que não podem ser armazenadas em seu estado original e são utilizadas conforme sua disponibilidade, o que traz diversos desafios e inseguranças para o sistema e para a entrega de energia em vários aspectos. Devido a essas particularidades, o gás natural vem se mostrando como um combustível alternativo para a geração térmica nesse momento de transição energética, apesar de ser considerado um combustível fóssil não renovável, uma vez que suas emissões atmosféricas são baixas quando comparadas com outros combustíveis fósseis, como por exemplo o carvão mineral.

A constante busca por alternativas impulsionou também o desenvolvimento do biometano, combustível alternativo ao gás natural e renovável, obtido a partir do biogás proveniente de resíduos da agropecuária, de resíduos urbanos (resíduos sólidos e esgoto sanitário), de resíduos do setor de alimentos e bebidas, bem como dos resíduos do setor sucroenergético.

Diante do exposto, este trabalho aborda o uso alternativo do biometano e seus desafios quanto a conexão à rede de distribuição de gás natural e entrega ao consumidor final. São analisadas diferentes alternativas sendo a principal o *swap* entre as concessionárias de redes de distribuição (pipeline) do estado de São Paulo e complementando com as análises para entrega rodoviária via GNC (Gás Natural Comprimido).

1.1 Objetivo

O objetivo do trabalho é analisar as alternativas para entrega do biometano ao consumidor final, explorando a regulamentação e legislação do *swap* no estado de São Paulo, considerando a possibilidade e possíveis necessidades de extensão da rede de distribuição, analisando as alternativas de fornecimento, incluindo a entrega rodoviária a partir do GNC (Gás Natural Comprimido).

1.2 Justificativa

O biometano é um combustível proveniente da purificação do biogás, podendo ser resultante do tratamento de diversos resíduos, conforme citado anteriormente. A Resolução da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) nº 8/2015 estabelece os padrões do biometano oriundo de produtos e resíduos orgânicos agrosilvopastoris e comerciais destinado ao uso veicular (GNV) e às instalações residenciais e comerciais. A Resolução posterior, ANP nº 685/17- Estabelece as regras para o controle da qualidade e a especificação do biometano oriundo de aterros sanitários e de ETEs a ser comercializado em todo o país.

O biometano possui característica físicas- químicas muito semelhantes ao gás natural, com poder calorífico superior a 9.400 kcal/m³ e composição de no mínimo 90% de metano. Segundo o decreto Nº 10.712, de 2 de junho de 2021, para todos os fins, o biometano e outros gases intercambiáveis com o gás natural terão tratamento regulatório equivalente ao gás natural, desde que atendidas as especificações estabelecidas pela ANP, permitindo inclusive compartilhar a mesma infraestrutura de distribuição e ser transportado através dos *pipelines* de gás natural, podendo assim otimizar investimentos necessários para atender os consumidores finais, bem como melhorar a viabilidade econômica de projetos relacionados a estes combustíveis (DECRETO-LEI 10.712/2021, 2021; SAMPAIO, 2020). Importante destacar que o país vem avançando em termos de leis e regulações para o biometano, mas a infraestrutura para transporte do gás natural no Brasil não é interligada, e possui diversos gargalos, sendo este o tema de estudo do trabalho, junto com a aplicação do biometano como combustível renovável alternativo.

2. Revisão Bibliográfica

O biogás teve maior visibilidade no estado de São Paulo em 2012 com o Decreto 58.659, que instituiu o Programa Paulista, com o objetivo de incentivar e ampliar a participação do biogás no estado. No ano de 2015 instituiu-se a resolução da ANP nº8/2015, onde aplica-se ao biometano com fontes primárias em produtos e resíduos orgânicos agrosilvopastoris e comerciais destinado ao consumo de gás natural veicular (GNV) e às instalações de residências e comerciais.

Em 2016 a primeira térmica a biogás (Projeto do Grupo Raízen – Unidade Bonfim, localizada no município de Guariba/SP), com potência instalada de 20 MW, ganhou o leilão A-5 (entrada em operação em 5 anos) da ANEEL, utilizando vinhaça e torta de filtro como matéria-prima para produção de biogás. Já em 2017 a EPE incluiu o biogás no PDE (Plano de desenvolvimento energético) 2027, é aprovada a Lei n. 13. 575/2017 do Programa RenovaBio, e a ANP regulariza o biometano de aterros e ETE (estação de tratamento de esgoto), através da ANP n. 685/2017.

No ano de 2018 foi definido o percentual mínimo obrigatório de biometano nas redes de distribuição das três concessionárias no estado de São Paulo. Em 2019 temos a implementação do governo do Novo Programa de Gás e a instituição do comitê de estudo e monitoramento da abertura do Mercado livre de gás natural. A ARSESP autorizou em 2020 os projetos de biogás da Cocal e da Gás Brasileiro (GBD) e foi aprovado o financiamento de projetos de biogás pelo banco BNDES.

Em 2 de junho de 2021 apresenta-se o decreto Nº 10.712: Art. 4º Conforme o disposto no § 2º do art. 3º da Lei nº 14.134, de 2021, para todos os fins, o biometano e outros gases intercambiáveis com o gás natural terão tratamento regulatório equivalente ao gás natural, desde que atendidas as especificações estabelecidas pela ANP. A figura 2.1 apresenta a linha do tempo com os principais marcos da regulamentação do biometano descritos no texto acima:



Figura 2.1. Linha do tempo com os principais marcos referentes a regulamentação do biometano.

Este capítulo apresenta o panorama nacional da produção de biogás e biometano, bem como o cenário de produção no estado de São Paulo. Apresenta ainda o panorama nacional da demanda de gás natural e de biometano, bem como o cenário do mercado consumidor no estado de São Paulo.

2.1 Produção de biogás e biometano

2.1.1 Panorama Nacional da Produção de biogás e biometano

De acordo com a Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), o biometano é o resultado da purificação do biogás, com elevado teor de metano, que pode ser obtido a partir do tratamento anaeróbio de diversos tipos de resíduos: agropecuários, do setor de alimentos e bebidas, do setor sucroenergético, resíduos sólidos urbanos e esgoto sanitário.

O biogás é produzido através do processo de digestão anaeróbia da matéria orgânica presente nos resíduos, em ambiente que esteja livre da presença de oxigênio. O biogás é composto por uma mistura de metano (CH₄), CO₂ e pequenas quantidades de outros gases (nitrogênio, sulfeto de hidrogênio, oxigênio e hidrogênio). Já o biometano é produzido através de processos de purificação do biogás, onde remove-se o CO₂ e outros contaminantes do biogás, sendo considerado uma fonte quase pura de metano, se assemelhando muito dos componentes do gás natural (SAMPAIO, 2020).

Considerando as semelhanças entre o gás natural e o biometano, esse último é considerado o gás natural renovável, pois possibilita a redução das emissões de gases do efeito estufa, além de atuar na mesma direção das metas de sustentabilidades. De acordo com a ANP, devido a sua alta concentração de metano e um processo rigoroso de purificação do biogás, o biometano é intercambiável ao gás natural em todas as suas aplicações, sendo possível transportá-lo através das redes de distribuição de gás natural, na forma de gás comprimido (GNC), através das rodovias, e se necessário, apesar da inviabilidade econômica, ser até liquefeito em GNL (gás natural liquefeito) (DICIONÁRIO MEGAWHATT 2022).

Segundo a GeoEnergética o biometano é considerado o combustível da transição energética, como já citado, é intercambiável com o gás natural, e adequado para substituição de diesel e GLP. No caso da substituição do diesel em veículos pesados, é possível reduzir as emissões de particulados em até 97%. A instituição também reforça que a capacidade de produção do biometano no Brasil é enorme, podendo substituir 100% do consumo de gás natural ou 70% do consumo de diesel ao longo dos próximos anos (JULIANA SENNA E PAULO FERNANDES, 2021).

Segundo a ABIOGÁS, o potencial brasileiro de energia elétrica disponível a partir do biogás em 2019 seria de 168 mil GWh/ano (ABIOGÁS, 2019) e estaria distribuído nos estados brasileiros conforme apresentado na Figura 2.1.

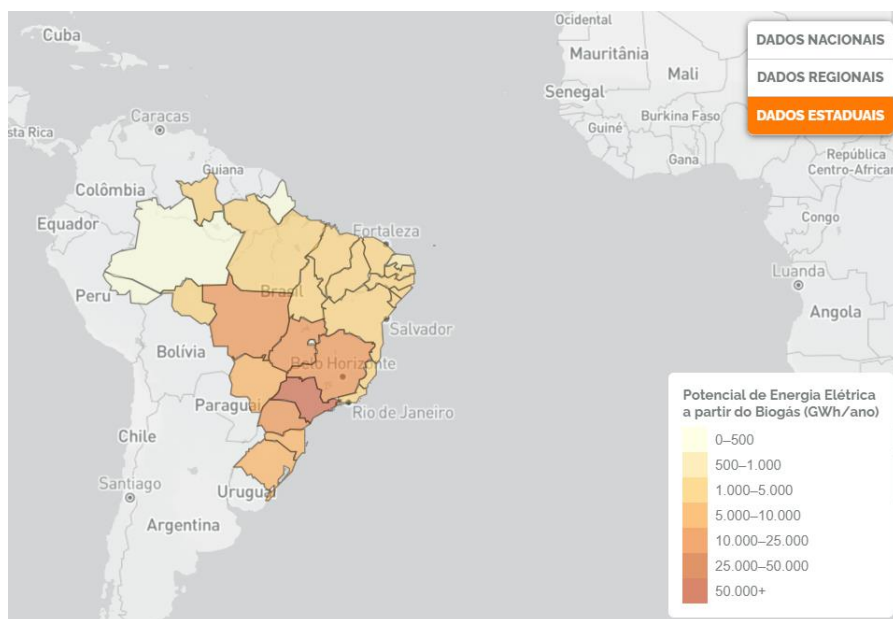


Figura 2.2. Mapa com o potencial brasileiro de produção de biogás por estado. Fonte: ABIOGÁS,

2021

De acordo com o Biogasmap (CIBIOGÁS, 2022), que apresenta informações extraídas e consolidadas do CIBiogás, cujos dados são provenientes das bases públicas da ANEEL (Agência Nacional e Energia Elétrica) e da ANP, além de informações coletadas diretamente de produtores e noticiários, no Brasil, entre usinas de biogás em implementação, operação e reforma, existem 88 plantas, com uma produção de aproximadamente 2,8 bilhões de Nm³/ano, plantas essas que estão distribuídas no país, conforme a Figura 2.2:

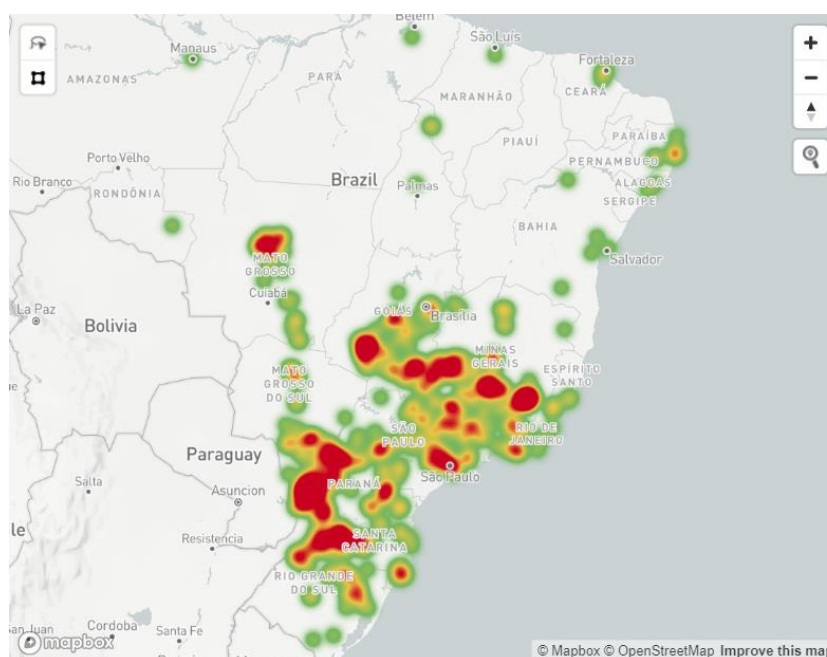


Figura 2.3. Mapa com a produção de biogás no Brasil. Fonte: CIBIOGÁS, 2022

Ainda de acordo com os dados da CIBIOGÁS (CIBIOGÁS, 2022), ao analisar as plantas que já possuem tecnologias e investimentos para purificação do biogás e produção de biometano, observa-se que esse número tem uma queda significativa, passando para 13 o número de plantas em território nacional, com produção de aproximadamente 560 milhões de Nm³/ano de biometano, distribuídas conforme a Figura 2.3.



Figura 2.4. Mapa com a produção de biometano no Brasil. Fonte: CIBIOGÁS, 2022.

É possível observar a concentração dessas plantas na região Sul e Sudeste do país. Este estudo tem como foco as plantas localizadas no estado de São Paulo, responsável por aproximadamente 30% da produção de biogás no Brasil (CIBIOGÁS, 2022).

2.1.2 Produção de biogás e biometano no Estado de São Paulo

Atualmente o estado de São Paulo possui 60 plantas que produzem biogás com um volume total de 798 milhões Nm^3/dia , sendo 4 plantas (três em operação e uma implementação) destinadas à produção do biometano, com um volume médio de aproximadamente 182 milhões de Nm^3/dia , sendo 3 dessas plantas localizadas na região de concessão da Gás Brasileiro Distribuidora S.A. e uma única localizada na área de concessão da Companhia de Gás de São Paulos (Comgás) (CIBIOGÁS, 2022).

De acordo com Coelho et al. (2020), o potencial de produção de biogás e biometano no estado de São Paulo é de 16 bilhões Nm^3/ano e 8,6 bilhões de Nm^3/ano , respectivamente. Além disso, quando o biogás é utilizado para geração de energia elétrica, o potencial pode chegar a 92 milhões de MWh/ano . A Figura 2.4 apresenta o mapa georreferenciado do potencial de energia elétrica disponível no estado de São Paulo a partir das fontes de biogás analisadas. Nesta publicação ainda é possível

observar o potencial de geração de biometano para todos os tipos de substrato no estado de São Paulo por área de concessão das distribuidoras de gás natural e observar que o maior potencial está na região de concessão da Gás Brasileiro, conforme apresentado na Figura 2.5 (COELHO et al, 2020).

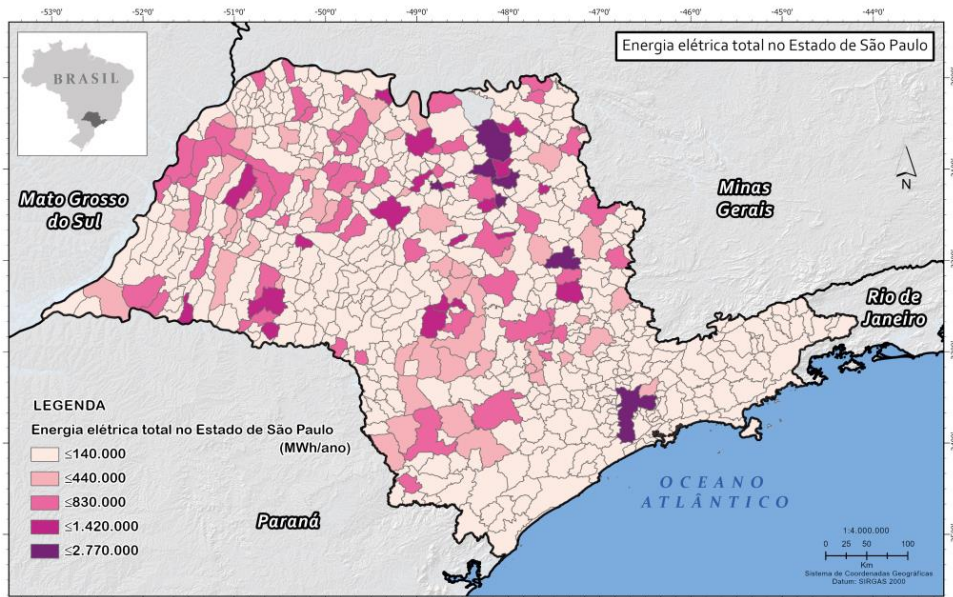


Figura 2.5. Mapa georreferenciado do potencial técnico de energia elétrica disponível no Estado a partir de todas as fontes analisadas para produção de biogás. Fonte: COELHO, et al, 2020

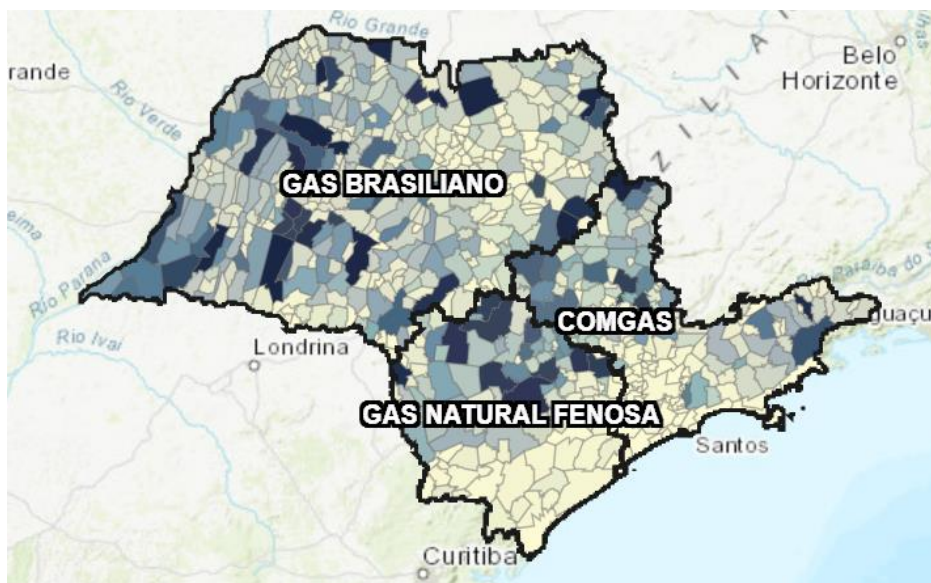


Figura 2.6. Potencial de biometano no estado de São Paulo por área de concessão das distribuidoras. Fonte: RGCI, 2017

O estado de São Paulo possui um grande potencial para geração de biogás e biometano, mas é interessante analisar as principais fontes de substrato que geram esse potencial. Na Tabela 2.1 (Coelho et al., 2020), é possível observar que o potencial de produção do biometano do setor sucroenergético é muito superior quando comparado as demais fontes.

Tabela 2.1. Potencial de biogás, biometano e de geração de energia elétrica através do biogás por substrato no estado de São Paulo

Fonte	Potencial de biogás (milhões Nm ³ /ano)	Potencial de biometano (milhões Nm ³ /ano)	Potencial de energia elétrica gerada (mil GWh/ano)
Sucroenergética	14.700	7.800	32.800
Resíduos sólidos urbanos	2.00	790	3.100
Esgoto sanitário	142	102	377
Resíduos de criação animal	374	233	835
Resíduos de abate animal	20,4	12,6	43
Resíduos de indústria de bebidas	22,8	18,3	73

Fonte: Coelho et al., 2017

Observando a importância do substrato do setor sucroenergético para a produção de biometano no estado, é importante analisar as regiões de maior concentração de usinas de cana-de-açúcar e comparar com as regiões de maior potencial de produção de biometano. Através da Figura 2.5 é possível observar que a concentração do maior número de municípios com potencial para produção de biometano se encontra na região de abrangência da Gás Brasileiro, região também de maior concentração das usinas de cana-de-açúcar do estado, conforme observado nos dados disponibilizados pela União de Bioenergia (UDOP, 2022) e apresentados na Figura 2.6.

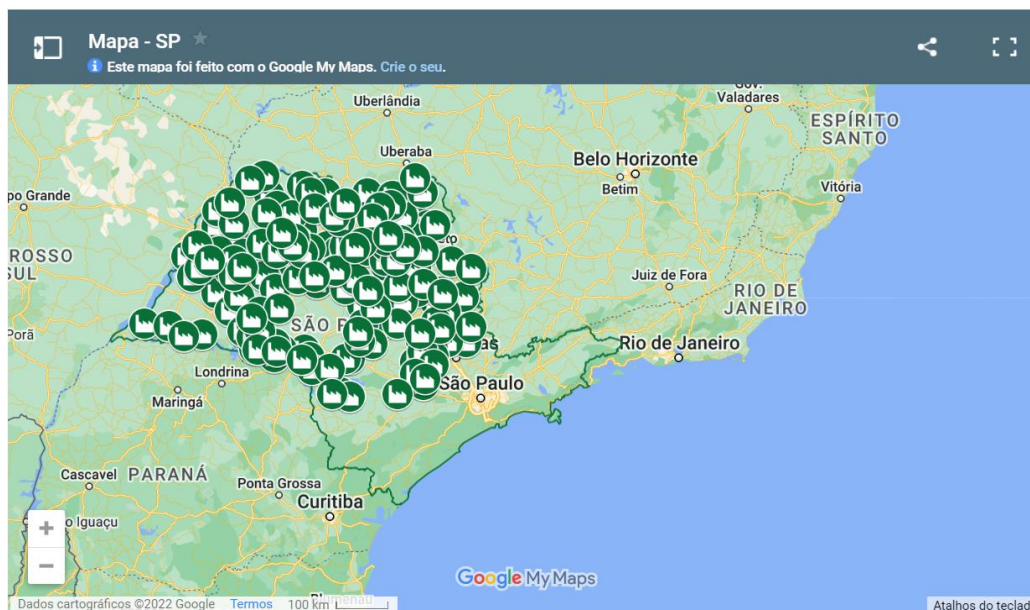


Figura 2.7. Localização das Usinas de cana de açúcar no estado de São Paulo. Fonte: UDOP, 2022.

Diante do exposto observa-se uma convergência esperada entre a localização das usinas produtoras de cana-de-açúcar e as localidades com maior potencial para produção de biometano, visto que, conforme apresentado na Tabela 2.1, o maior potencial de produção de biogás é proveniente do setor sucroenergético, devido à grande quantidade de resíduos gerados no setor, como vinhaça e torta de filtro, que são matérias-primas para a produção do biogás e biometano.

2.1.3 Estudo de caso – Plantas de biogás e biometano no Brasil

- Projeto Cocal e Gás Brasileiro – Narandiba/SP

O projeto da Usina Cocal, em parceria com a Concessionária Gás Brasileiro e com a Geoenergética e Tech, foi inaugurado em outubro de 2021 no município de Narandiba, interior de São Paulo. A planta tem capacidade para produzir 33,5 milhões de Nm³/ano de biogás, exportando assim até 33 mil MWh/ano de energia. O projeto tem também por objetivo utilizar parte do biogás para produção de biometano gerando até 8,9 milhões de Nm³/ano, para injeção na rede de distribuição de Gás Brasileiro e entrega rodoviária. No início de 2022 ocorreu a primeira entrega do biometano via carretas, onde cada veículo pode transportar até 7 mil m³ de biometano. Nesse projeto o biometano é produzido a partir do tratamento anaeróbico da torta de vinhaça, que possui comportamento sazonal e produção nos meses de março a novembro e da

torta de filtro, que pode ser estocada e utilizada na entre safra (COPERSUCAR, 2021 e RAMOS, 2020). A Figura 2.7 apresenta a planta de biogás em Narandiba:



Figura 2.8. Planta de biogás em Narandiba. Fonte: Copersucar, 2021

- Projeto Sabesp de Franca/ SP

A Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) da Sabesp (Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo) de Franca/SP trata em média 500 l/s de esgoto sanitário, o que possibilita a produção média de 2.500 Nm³/dia de biogás. (SABESP, 2018).

Em parceria com o Instituto Fraunhofer IGB, da Alemanha, a Sabesp implementou o sistema de beneficiamento do biogás para a produção de biometano, bem como o posto de abastecimento de GNV da sua frota (Figura 2.8), substituindo 1.500 litros de gasolina comum diariamente. (SABESP, 2018).

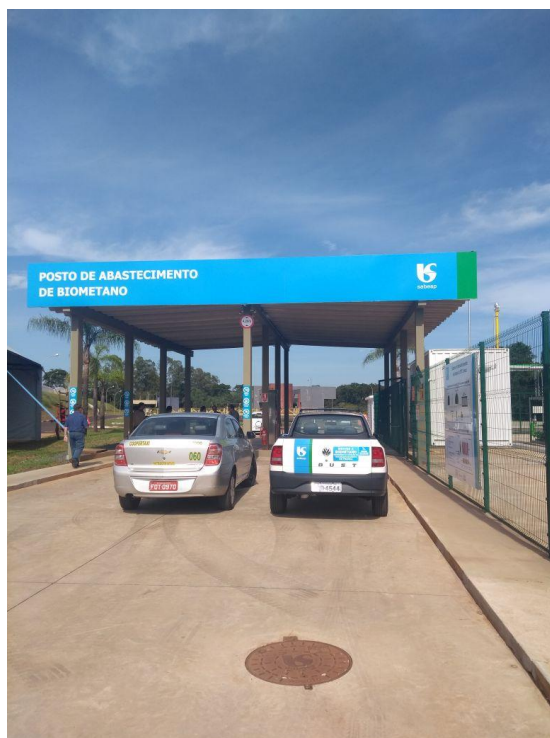


Figura 2.9. Posto de abastecimento de biometano para a frota de carros da Sabesp. Fonte: Sabesp, 2018

- Projeto Caucaia Fortaleza

Primeira unidade de produção de biometano (Figura 2.9) para injeção na malha de distribuição de gás natural do país, o projeto produz biogás e purifica o em biometano através dos resíduos sólidos urbanos depositados no aterro sanitário Municipal Oeste de Caucaia . Nesse projeto, a distribuidora Cegás investiu cerca de R\$ 22 milhões para conexão da rede à planta, instalando 23 km de gasoduto. (CEGÁS, 2020). O contrato para entrega de biometano com a Cegás é de 75 mil m³/dia, fazendo com que no portfólio da distribuidora 15% do volume seja de biometano proveniente de fonte renovável (SEINFRA; GIBAJA, 2019). Atualmente a distribuidora estuda a possibilidade de produzir hidrogênio verde a partir do biometano, com a possibilidade da injeção desse combustível na rede de distribuição.



Figura 2.10. Planta de produção de biometano em Caucaia, Fortaleza. Fonte: Ciclovivo, 2018.

- Projeto Aterro Dois Arcos RJ

Em 2014 foi inaugurada a primeira termoelétrica a biogás do Brasil. Localizada na Região dos Lagos, no estado do Rio de Janeiro, o aterro sanitário Dois Arcos tem uma produção média de 5 milhões de m³ de biogás por ano (DOIS ARCOS, 2020). A usina com resíduos provenientes de aterro sanitário, foi a primeira no país a ser autorizada pela ANP para a produção de biometano. A capacidade da planta é de produzir 15.000 m³ de biometano por dia (DOIS ARCOS, 2020).



Figura 2.11. Usina Dois Arcos, localizada na região dos Lagos, Rio de Janeiro. Fonte: Dois Arcos, 2020.

2.2 Oferta e Demanda de Gás Natural

2.2.1 Panorama Nacional da Oferta e Demanda de Gás Natural

O biometano é considerado o substituto verde do gás natural, portanto para analisar o mercado consumidor de biometano, é necessário estudar o mercado consumidor de gás natural e a sua oferta.

O gás natural é um combustível fóssil e tem sua origem na degradação de matéria orgânica. Ele é encontrado na natureza normalmente em reservatórios profundos podendo esses ser *onshore* ou *offshore*. O gás natural pode ser encontrado em reservatório nos quais se encontra também óleo, conhecido como gás natural associado, ou em reservatórios que possuem apenas o gás natural, sendo assim conhecido como gás natural não associado (ABRACEEL, 2019).

No Brasil a grande produção de gás natural se dá *offshore* e através do gás natural associado, principalmente nas bacias do pré-sal (área de reservas petrolíferas ultra profundas que se encontram debaixo da camada profunda de sal). (PETROBRAS, 2020).

De acordo com o último Boletim de Produção de Petróleo e Gás Natural disponível, referente a junho de 2022, a produção de gás natural no Brasil foi de 133 milhões m³/dia, sendo 53,5 milhões m³/dia disponibilizados ao mercado. Dessa quantidade de gás natural produzida no Brasil 81,7% foram provenientes de campos *offshore*. O estado do Rio de Janeiro é o maior produtor, responsável por 85,6 milhões m³/dia (correspondente a aproximadamente 64% da produção total nacional), seguido do estado de São Paulo, responsável por 16,7 milhões m³/dia (correspondente a aproximadamente 12,5% da produção total nacional). O gás produzido nessas regiões é transportado para todo o território nacional através dos gasodutos de transporte.

Com relação a demanda de gás natural no Brasil, essa deve ser classificada em demanda termoelétrica e não termoelétrica. A demanda termoelétrica é aquela necessária para geração de energia elétrica e que tem seu consumo sazonal, apenas quando é necessário acionar as usinas termoelétricas no país (principalmente em períodos de seca, onde as hidrelétricas não conseguem gerar a energia necessária para atender a demanda nacional). A Demanda não termoelétrica é aquela que pode ser dividida em industrial, GNC, comercial e residencial. De acordo com os dados da

EPE (2019), o consumo total de gás natural no ano de 2019 foi em média de 65 m³/dia, sendo o setor industrial responsável por 50% do consumo total do país. A Figura 2.10 apresenta o consumo de gás natural no país por segmento:

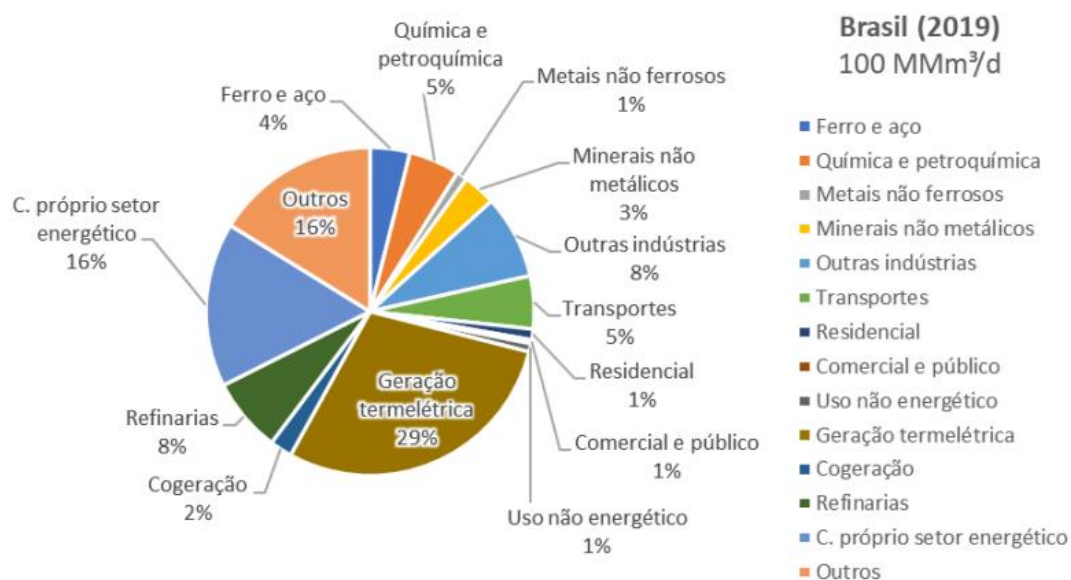
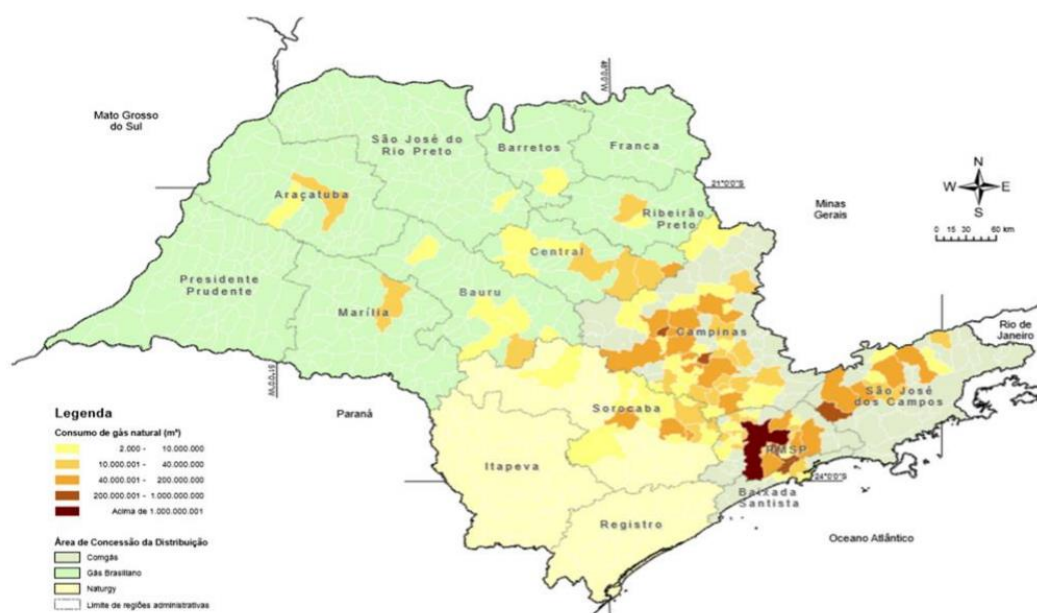


Figura 2.12. Consumo de gás natural no Brasil em 2019, por segmento, elaborado com dados da EPE. Fonte: EPE, 2019

2.2.2 Mercado Consumidor no estado de São Paulo

Conforme analisado acima, desconsiderando as termoelétricas, o setor industrial é o principal consumidor de gás natural, e o estado de São Paulo é o estado com maior concentração de indústrias no país.

O estado de São Paulo é o maior consumidor de gás natural do país, com um consumo de aproximadamente 15 milhões de m³/dia, onde segundo a Agência Regulado de Serviços Públicos do Estado de São Paulo (ARSESP, 2017), a indústria concentra 80% do total consumido. A Figura 2.11 apresenta a distribuição do consumo pelos municípios do estado.



Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente

Figura 2.13. Consumo de gás natural (m^3) no estado de São Paulo em 2021, de acordo com os dados do anuário energético por municípios. Fonte: Anuário de energéticos por municípios do Estado de São Paulo, 2022

O estado possui três concessionárias locais que distribuem gás através da sua rede canalizada. A Tabela 2.2 apresenta o consumo médio de gás natural no ano de 2021 por concessionária do estado:

Tabela 2.2. Consumo de gás natural em São Paulo por área de concessão

Concessionária	Gás natural comercializado (média 2021)
Comgás	13,3 MM m^3 /dia
Gás Brasileiro	0,85 MM m^3 /dia
Naturgy	0,9 MM m^3 /dia

Fonte: MME, 2022

Observa-se que o maior consumo de gás natural do estado, e consequentemente o maior mercado para a demanda de biometano, está localizado na área de concessão da Comgás, e não na mesma área de concessão das localidades com maior potencial de produção de biometano (proveniente do setor sucroenergético), a área da Gás Brasileiro.

Um dado interessante é com relação ao potencial de produção de biogás a partir de substratos sucoenergéticos. Quando esse potencial é comparado ao consumo de gás natural residencial do estado, seria possível suprir a demanda energética de aproximadamente 13,8 milhões de residências ou ainda substituir a demanda de gás natural por biometano em aproximadamente 35,7 milhões de residências (COELHO et al., 2020).

Um segundo ponto relevante dessa análise é a extensão da rede de distribuição de cada concessionária, conforme apresentado na Tabela 2.3 (ARSESP, 2017).

Tabela 2.3. Extensão da rede de distribuição instalada no estado de São Paulo por área de concessão

Concessionária	Extensão da rede (km)
Comgás	14.350
Gás Brasileiro	1.730
Naturgy	1.010

**Fonte: Secretaria de energia do estado de São Paulo – ARSESP (nov/2017)*

Mais uma vez nota-se uma diferença significativa entre as distribuidoras sendo a área de concessão da Comgás a região com maior extensão da rede e consequentemente com um mercado consumidor maior e com maior probabilidade de proximidade da rede de distribuição com as plantas de biometano.

Todos esses pontos se agravam quando observado que as redes de distribuição do estado não estão conectadas fisicamente entre si e/ou não possuem capacidade disponível para escoamento do gás, ou seja, atuam de forma independente sendo possível escoar gás apenas para sua área de concessão.

Analisando os dados apresentados acima, o verifica-se que o potencial de produção de biometano é 20% do volume total de gás natural comercializado pelas distribuidoras do estado de São Paulo e, apesar do seu custo mais alto, é possível perceber o interesse de grandes consumidores no gás renovável, ou seja, mercado para o produto não é o problema, mas sim a viabilidade técnica para entrega desse gás, que será discutido no próximo capítulo.

3. Desafios do fornecimento de biometano

Este capítulo tem por objetivo apresentar e discutir os desafios existentes quanto a injeção e o fornecimento de biometano na rede de distribuição de gás natural, e as possíveis alternativas para viabilizar esse produto, através do swap e do fornecimento via GNC.

3.1 Localização das redes de distribuição

O Estado de São Paulo, apesar de possuir a maior malha de distribuição de gás natural do país e concentrar grande parte dos gasodutos, estes não são de fácil acesso para todos os consumidores, principalmente em áreas rurais (onde se encontram grande parte das usinas produtoras de biometano). As Figuras 3.1 a 3.3 apresentam as redes de distribuição e/ou cidades atendidas de cada uma das três concessionárias do estado.

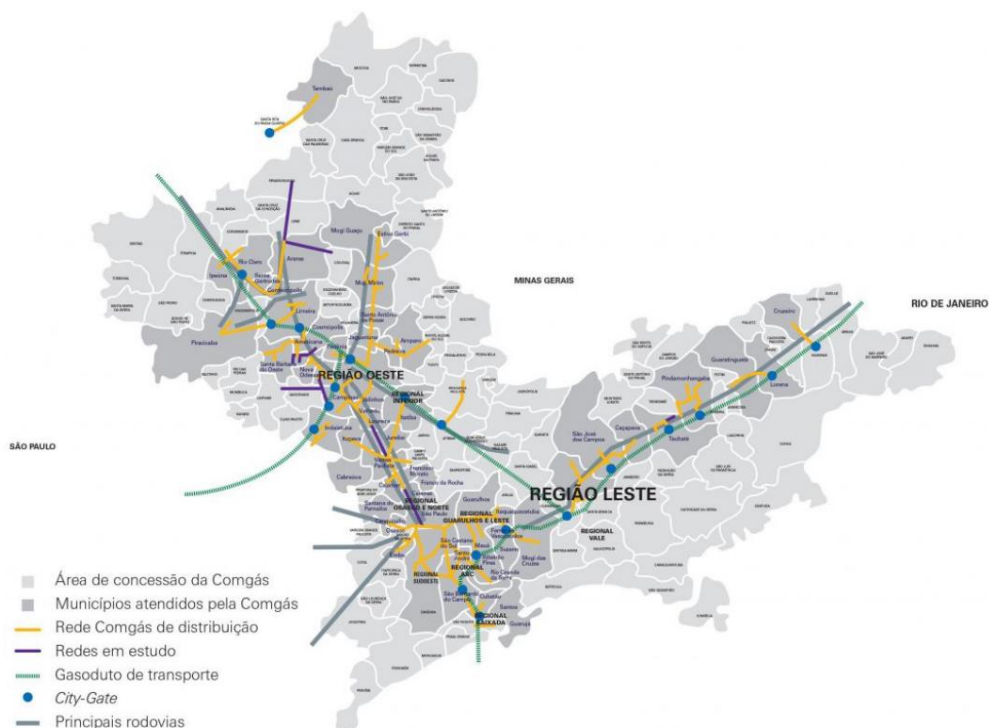


Figura 3.1. Malha de rede de distribuição da Comgás. Fonte: Comgás, 2022.

Através dos mapas e da quantidade de gás natural comercializado no estado, apresentados neste trabalho, observa-se uma grande discrepância entre a extensão da rede de cada uma das três concessionárias e as áreas e cidades atendidas por elas.

E devido a esse ponto o suprimento e fornecimento de biometano entre as redes de distribuição se torna um desafio, onde as soluções regulatórias e técnicas serão discutidas no decorrer deste capítulo.

3.2 Investimentos para extensão das redes de distribuição

Para que seja possível analisar o investimento para extensão de uma rede de distribuição, o que viabilizaria diversas usinas de biometano, uma vez que assim o gás seria transportado através da distribuidora, analisou-se os dados disponíveis no Plano de Investimento da Comgás: Prorrogação Antecipada Concessão, publicado em abril de 2020 (COMGÁS, 2020). O documento apresenta diversos dados sobre os planos de expansão da rede da Comgás para os próximos 28 anos.

Usando como referência os dados do relatório mencionado acima, o custo médio de expansão da rede de distribuição é de aproximadamente R\$570.000/km e de aproximadamente de R\$3.000/cliente adicional (COMGÁS, 2020)

Nota-se que esses valores são significativos e são considerados nos reajustes tarifários das distribuidoras, conseqüentemente repassados para os clientes finais.

Porém, segundo dados da CBIO (CBIO, 2020), vale ressaltar que muitas usinas com capacidade de produção de biometano estão localizadas em raios não muito distantes da rede de distribuição existente, o que pode viabilizar esses investimentos, principalmente quando analisado o alto custo de investimento por quilômetro de distância.

A partir da análise da rede de distribuição, principalmente, mas não apenas da Gás Brasileiro e da localização das usinas sucroalcooleiras, observa-se a necessidade de extensão das redes de distribuição de ambas as concessionárias até as localidades produtoras de biometano, pois nem todos os municípios da área de abrangência de cada concessionária possuem rede de distribuição de gás natural disponível. Porém,

observa-se que a distância é pequena, o que viabiliza esses projetos sem onerar as tarifas das distribuidoras.

Na Figura 3.4 é possível observar o estudo realizado com base no mapa georreferenciado disponibilizado pela Gás Brasileiro (2022) para analisar as distâncias das usinas até a rede de distribuição. Como modelo é apresentado os dados geográficos da Usina Bonfim, pertencente ao grupo Raízen, localizada em Guariba/SP e a distância calculada através do *google maps* para a rede de distribuição mais próxima da Gás Brasileiro.

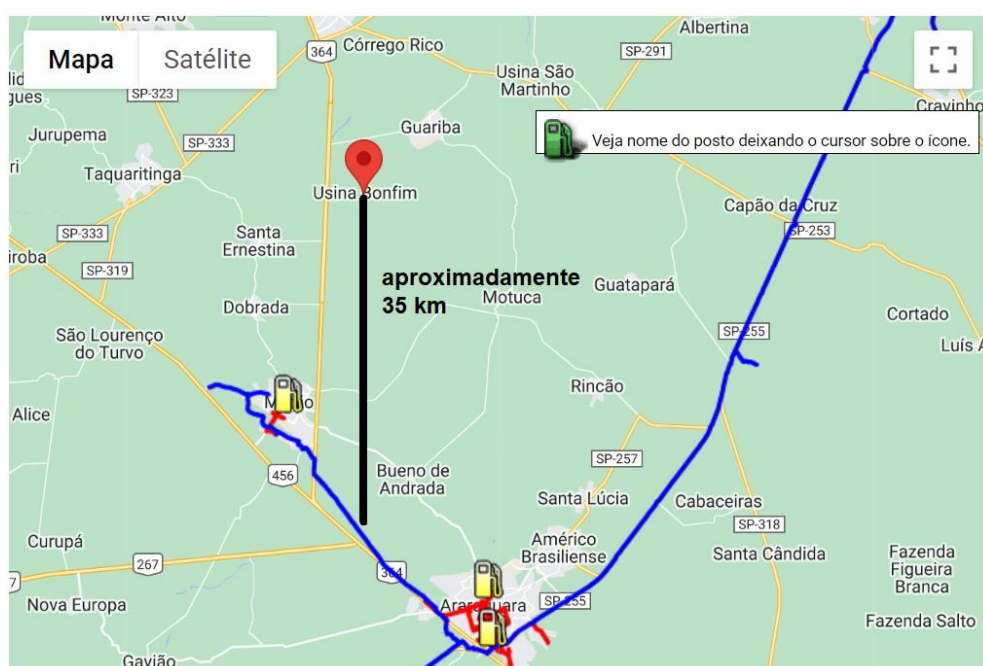


Figura 3.4. Distância entre a Usina de Bonfim até a rede de distribuição de gás mais próxima.

Fonte: Gás Brasileiro, 2022.

Ressalta-se que a distância não deve ser a única análise técnica a ser realizada, pois outros fatores como por exemplo, capacidade ociosa da rede e terreno, devem ser levados em consideração no estudo técnico aprofundado.

3.3 SWAP nas redes de distribuição

Swap é um termo em inglês que significa troca. No mercado financeiro é muito utilizado como um tipo de derivativo onde duas contrapartes trocam entre si fluxos de caixa através de condições e critérios previamente estabelecidos. Existem diversos tipos de *swap* e esse termo hoje é também utilizado em diversos mercados, como o de energia e gás natural. No mercado de energia, significa por exemplo a troca de energia de diferentes fontes e submercados. No mercado de gás natural significa a troca de tipo de gás, entre o gás natural e o biometano. Essas operações são contratuais e não envolvem troca física dos ativos e/ou mercadorias envolvidas.

De acordo com o termo § 2º, do art. 25, da Constituição Federal, e do art. 122, Parágrafo Único, da Constituição do Estado de São Paulo, cabe ao Estado de São Paulo, diretamente ou mediante concessão, explorar os serviços locais de gás canalizado em seu território; e que, nos termos dos incisos VII, VIII e IX, do artigo 2º e dos incisos III e VII, da Lei Complementar nº 1.025/2007, a ARSESP tem como diretriz a proteção do usuário em relação aos preços, à continuidade e à qualidade do fornecimento de energia, bem como deve disciplinar o acesso não-discriminatório de terceiros ao sistema de distribuição de gás canalizado e aplicar metodologias que proporcionem a expansão dos serviços de distribuição.

Nota-se que de acordo com as deliberações acima cada estado do país é responsável por explorar os serviços de gás localizado em seu território. No estado de São Paulo, o órgão responsável por essa fiscalização é a ARSESP.

Visto essa responsabilidade, em 28 de dezembro de 2020 foi estabelecido pela ARSESP a Deliberação Nº 1.105 que tem como objetivo estabelecer as condições para comercialização do gás natural e biometano (*swap*) entre as redes de distribuição de gás canalizado no São Paulo.

A Deliberação dispõe sobre a troca comercial e operacional do gás natural e do biometano entre as três concessionárias do estado, principalmente em áreas de transferência de custódia (fronteiras entre as áreas de concessão), consideradas de difícil expansão, otimizando a operação de entrega do gás para o cliente final e otimizando custos a serem repassados através das tarifas para os consumidores finais. Importante ressaltar que inclusive a tarifa de SWAP deve ser específica,

publicada e acompanhada pela ARSESP, por meio de Deliberação específica. Dentre os procedimentos descritos na regulação, destaca-se (DELIBERAÇÃO ARSESP, 2020):

- Apresentar a concessionária a Carta de Intenção do Uso do Sistema de distribuição para o SWAP, contendo:
 - Modalidade de serviço;
 - Período da operação;
 - Capacidade requisitada;
 - Pontos de recepção e interconexão do gás.
- Concessionária deve responder em até 30 dias com a Proposta de SWAP, que deve conter o detalhamento e as condições tarifárias da operação.
- Em até 15 dias, através da concessionária deve ser encaminhado para a ARSESP os documentos citados acima (cópia da carta de intenção e proposta de SWAP) ou da recusa.
- ARSESP é responsável por calcular a tarifa de SWAP final.
- Concessionárias deve estabelecer o Contrato de Uso de rede de distribuição para troca de gás, que deverá conter:
 - Identificação do Usuário livre;
 - Localização da unidade;
 - Prazo de vigência;
 - Identificação dos pontos de recebimento e entrega;
 - Condições técnicas da qualidade do gás de acordo com a ANP nº 16/2018;
 - Capacidade contratada;
 - Alocação de custo;
 - Quantidade diária retirada (QDR);
 - Critério de medição;
 - Tarifa de SWAP;
 - Regras para o faturamento e pagamento;
 - Modelo de reajuste e revisão tarifária;
 - Cláusula que descreva a necessidade da superveniência da ARSESP na operação;
 - Cláusula com as eficácias jurídicas do documento;
 - Procedimentos em caso de desbalanceamento;

- Direitos e obrigações das partes;
- Descrição técnica detalhada de cada sistema contido na operação, dentre elas fluxos físicos, capacidade disponível, entre outros.

Outro ponto abordado e de extrema relevância refere-se aos pontos de interconexão dos gasodutos de diferentes distribuidoras, ou seja, a deliberação permite essa conexão com o intuito de viabilizar a troca de gás afim de otimizar o procedimento e eliminar as dificuldades para a contratação de gás natural. Para esse pleito a concessionária deve solicitar a ARSESP aprovação do acordo de interconexão uma vez que seja economicamente viável, ou em caso negativo, que tenha a participação de terceiros interessados ou outra concessionária. E no caso de um projeto final de interconexão, a tarifa dessa operação deve ser publicada pela ARSESP por meio de uma deliberação específica.

A proposta de SWAP também poderá ser requisitada para as Concessionárias através processo de Solicitação Pública para o SWAP de consumidores mediante solicitação da ARSESP.

Através desse procedimento consegue-se viabilizar mediante a uma tarifa a troca comercial e operacional de biometano entre as concessionárias do estado. Porém não são em todos os casos que essa operação consegue atender a entrega do biometano para o consumidor final, pois caso o produtor de biometano ou o consumidor não estejam conectados à rede de distribuição a operação não é tecnicamente viável.

3.4 Alternativa via GNC (Gás Natural Comprimido)

O gás natural comprimido (GNC) é o gás natural ou biometano pressurizado a 250 bar, reduzindo seu volume em aproximadamente 270 vezes (DICIONÁRIO MEGAWHATT, 2022). Após o processo de compressão o GNC é armazenado à pressão de 20/25 Mpa no estado gasoso, e então transportado em cestas de cilindros especiais através de carretas especiais.

Esse processo de compressão do gás tem como objetivo reduzir o volume do gás e viabilizar o transporte rodoviário através de carretas que permitem transportar

um volume 270 vezes mais alto do combustível. A Figura 3.5 apresenta os cilindros de GNC.



Figura 3.5. Carretas especiais com cestas de cilindros para transporte do GNC. Fonte: Logás, 2019

O GNC possui aplicação principalmente em localidades não atendidas pelos gasodutos tradicionais. A entrega do GNC apresenta viabilidade técnica e econômica para localidades no raio de até 300 km da unidade compressorá.

Observando as dificuldades técnicas para extensão da rede de distribuição próximo as localidades das usinas produtoras de biometano e o investimento necessário para a extensão da rede para consumidores localizados em regiões sem acesso a essa infraestrutura, o GNC se apresenta com uma solução alternativa para entrega do biometano para o consumidor final.

Importante ressaltar os custos extras que essa solução implica, principalmente referente a necessidade de equipamentos para a instalação das estações de compressão e descompressão do GNC, que garante que as condições físico-químicas idênticas ao do gás natural e utilizando-o com a mesma finalidade. Para clientes que já possuem acesso a rede de distribuição o investimento na estação de descompressão pode inviabilizar o projeto, visto que o gás natural fornecido através da distribuidora não possui esse custo. Para o fornecedor a estação de compressão

também aumenta o custo para essa alternativa no fornecimento, porém que continua sendo de extrema relevância para plantas geradoras localizadas longe das redes de distribuição de gás canalizado.

Conforme já comentado ao decorrer do texto o biometano possui características muito semelhantes ao gás natural o que o torna comparável ao gás natural sem a necessidade de qualquer adaptação dos equipamentos já utilizados pelo combustível fóssil, e com a solução de fornecimento via GNC não é diferente, o biometano recebe o mesmo tratamento do gás natural.

3.5 Atributos ambientais: Biometano

Atributos ambientais são maneiras de certificar, quantificar e compensar a redução de emissões de gases do efeito estufa. O biometano possui esses atributos ambientais, que é exatamente o que o diferencia do gás natural fóssil, e por isso é considerado o gás natural renovável.

Para entender os certificados e compensações dos programas de biometano no Brasil, é preciso primeiro entender a classificação dos escopos de compensação de acordo com o GHG Protocol (Greenhouse Gas Control), que são classificados em escopo 1, 2 e 3 e abatem emissões de gases do efeito estufa de diferentes elos das cadeias de produção e consumo (CETESB, 2020). A Figura 3.6 exemplifica esses escopos.

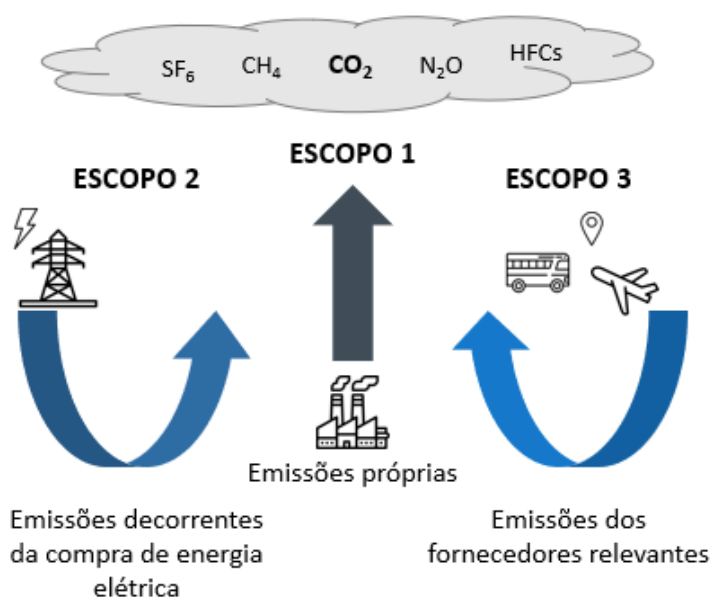


Figura 3.6. Escopo da compensação na emissão de gases do efeito estufa de acordo com o GHG. Fonte: Cetesb, 2020.

Os atributos ambientais de energia e combustíveis renováveis, além de certificar o uso desses insumos e promover a expansão e desenvolvimento de tecnologias no âmbito do mercado de energia renovável, são maneiras de comprovar as iniciativas, metas e relatórios de sustentabilidade das empresas e também uma forma de marketing dos produtos produzidos a partir de elos de cadeias sustentáveis.

O fornecimento do biometano, conforme apresentada nos capítulos anteriores, pode sim ser feita através do próprio produto físico, no caso da distribuição via GNC, mas até por viabilidade econômica acredita-se que em sua maioria nos próximos anos será feita através da distribuição via gasodutos das concessionárias, principalmente se utilizando da operação de SWAPO que implica que na prática, fisicamente o cliente final estará consumindo gás natural, apesar de poder ter seu contrato de biometano.

Nesse ponto os atributos ambientais serão fundamentais para certificação do cliente quanto ao consumo do biometano. Os principais programas de atributos ambientais para o biometano no Brasil são o GasRec e o RenovaBio, conforme apresentados nos itens a seguir.

3.5.1 Programa RenovaBio

Instituído pela lei nº.13.576/2017, que entrou em vigor em dezembro de 2019, o RenovaBio é um programa do Estado que reconhece a contribuição sustentável para a segurança energética mitigando emissões de gases de efeito estufa de todos os biocombustíveis: etanol, etanol de segunda geração, biodiesel, biometano, bioquerosene, entre outros (BRASIL, 2017).

O programa possui as seguintes metas:

1. Descarbonização;
2. Certificação da Produção de Biocombustíveis;
3. CBIO - Crédito de Descarbonização.

A ANP é a agência responsável pela certificação da produção e importação de biocombustíveis e pelas metas de uso de biocombustível de cada produtor, além da conferência e apuração através da Plataforma CBIO, conforme Figura 3.7 (ANP, 2022):



Figura 3.7. Plataforma da ANP para acompanhamento e apuração das metas do CBIO. Fonte: ANP, 2022.

O CBIO é considerado pelo Ministério de Minas e Energia (MME) o principal ativo para redução das emissões de gases de efeito estufa, substituindo o uso de combustíveis fósseis, e é negociável na B3 (bolsa de valores do Brasil - antiga Bovespa), ambiente em que ocorrem as negociações de ações e outros ativos financeiros. Além disso, pode ser utilizado para abatimento das emissões de gases

do efeito estufa nos escopos 1, 2 e 3 definidos e monitorados pelo GHG Protocol (MME, 2022).

Na plataforma da ANP é possível apurar diversos dados, entre eles a geração de lastro de CBIOS por tipo de combustível. A Figura 3.8 apresenta esse dado para o biometano, combustível de estudo deste trabalho.

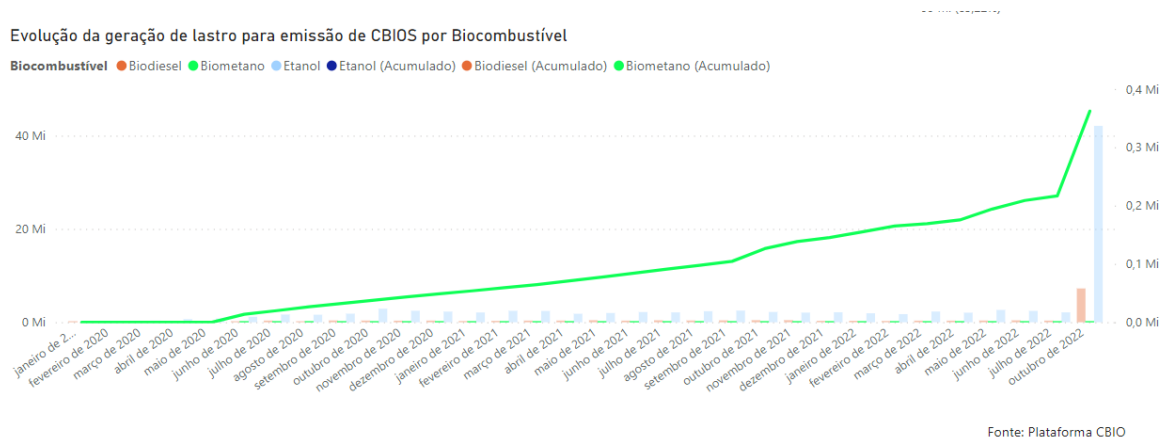


Figura 3.8. Evolução da geração de lastro para emissões de CBIOS do Biometano. Fonte: ANP, 2022.

Hoje o país já possui 102 usinas de biocombustíveis certificadas. Para certificação ou renovação das usinas produtoras de biocombustíveis é utilizada a ferramenta Renovacalc, que realiza o cálculo da intensidade de carbono de cada biocombustível, comprovando o desempenho ambiental da usina (MME, 2022). Segundo o cálculo da RenovaBio em termos de captura de carbono, 1 (um) CBIOS equivale a 1 (uma) tonelada de emissões evitadas, o que corresponde a 7 árvores capturando carbono do ambiente.

3.5.2 Certificado GasRec

Emitida pelo Instituto Totum no Brasil, a certificação GasRec (Certificado de Gás Renovável) com reconhecimento mundial, tem como objetivo rastrear o biogás e o biometano produzidos pelas usinas e certificar o consumidor que se apropria desse gás renovável. Um GasRec equivale a 1MM BTU³ de biometano injetado ou 0,29 MWh de biogás para geração de energia elétrica. O certificado GasRec pode ser

comercializado entre produtores, comercializadoras e consumidores finais que tenham interesse na certificação do biometano adquirido.

Em abril de 2022 foi certificada a primeira usina com GasRec no país. A Adecoagro, empresa com sede na Finlândia, certificou a Usina de Ivanhema, localizada em Mato Grosso do Sul com o GasRec.

Importante ressaltar que o Instituto Totum apresenta uma metodologia reconhecida internacionalmente, de emissão e contagem dos certificados, impossibilitando a dupla contagem.

Diferente do CBIO, o GasRec não se trata de uma compensação de escopo de emissão de gases do efeito estufa e nem é contabilizada em metas de descarbonização para produtores ou consumidores. O GasRec certifica Usinas produtoras de biometano e biogás, e pode ser comercializado, nesse caso certificando também os consumidores do gás natural renovável, através da compra desse certificado.

O consumidor de biometano é um cliente engajado no tema de sustentabilidade, e em muitos casos com metas a serem reportadas em relatórios. O certificado GasRec e os CBIOs são maneiras distintas, porém ambas de grande relevância para comprovação do engajamento dessas metas sustentáveis com respeito ao uso do biometano. Através desses dois programas as usinas produtoras de biometano certificam seu compromisso com a produção do gás renovável e o consumidor final certifica seu engajamento para consumo do gás renovável.

4. Conclusão

A Regulamentação do biogás e por consequência do biometano foi instituída recentemente, há aproximadamente 10 anos. Entretanto, ainda apresenta diversos desafios para sua implementação e para a expansão da produção e uso desse biocombustível.

Os decretos, leis e incentivos ao biogás, mais especificamente ao biometano, apresentados neste trabalho, proporcionaram o aumento da sua relevância na matriz energética do Brasil e, com o maior número de produtores e consumidores interessados, foram sendo enfrentados novos desafios, seja de regulação, precificação e/ou entrega física, objeto de estudo desse trabalho.

O estado de São Paulo possui um potencial de produção de biometano de aproximadamente 20% do consumo total da região de gás natural, valor significativo, com grande relevância para redução da emissão de gases do efeito estufa no estado.

A grande concentração de produtores do biometano no estado de São Paulo se encontra em regiões rurais, principalmente devido a produção de biometano nas usinas sucroenergéticas, responsável pelo potencial de produção de 3,65 milhões de Nm³/ano de biometano. Essas usinas de cana de açúcar se encontram principalmente na área de concessão da Gás Brasileiro, interior do estado, que nem sempre possui rede de distribuição de gás canalizado próxima disponível.

Adicionalmente, constatou-se neste estudo que no estado de São Paulo os grandes consumidores de gás natural fóssil possuem interesse no gás renovável (biometano), porém estão localizados próximo aos grandes centros e na área de concessão da Comgás.

Dois desafios foram encontrados analisando esse perfil de produção e consumo do estado de São Paulo:

1. Entrega do gás renovável para localidades em concessões de distribuição distintas;
2. Entrega física do gás de usinas localizadas distantes das redes de distribuição.

No primeiro caso a regulação do estado já prevê a troca comercial e operacional do gás natural e do biometano entre as concessionárias, conhecido como operação de *swap*, através de contratos e tarifas mediadas pela ARSESP. Com o mercado ainda em desenvolvimento e a oferta desse produto sendo baixa e ainda estruturada, no momento ainda não foi necessário a operacionalização da operação de *swap*, por *players* no mercado. Entretanto, com o desenvolvimento cada vez maior na produção do biometano, e principalmente a necessidade cada dia mais latente da entrega desse produto para os consumidores finais localizados em diversas regiões do estado, além dos compromissos com a sustentabilidade, acredita-se que o primeiro contrato de SWAP não deve tardar a ser firmado.

Para que seja possível realizar a operação de *swap* é necessário que ambos fornecedores e consumidores do biometano estejam conectados à rede de distribuição de gás canalizado do estado em alguma das três concessionárias. Os grandes consumidores em sua maioria estão conectados à rede e hoje são atendidos pelas distribuidoras regularmente. Com relação aos produtores de biometano, o cenário já é diferente, muitos se encontram em zonas rurais e não possuem a conexão direta com as distribuidoras, levando assim a necessidade de extensão das redes de distribuição de gás canalizado, extensão essas que devem ser estudadas quanto a viabilidade não só financeira, mas também técnica, como a disponibilidade e fluxo da rede, e o repasse do investimento na tarifa final do consumidor, acompanhamento que é feito de perto pela ARSESP.

O trabalho também apresenta a alternativa da entrega do biometano através da modalidade de GNC (gás natural comprimido) rodoviário, sendo assim possível a produção de toda e qualquer usina quanto a relevância da entrega do produto e o consumo desse biometano por qualquer cliente final. Entretanto, é importante destacar que o fornecimento de biometano em forma de GNC possui custos de investimento e operação referentes a compressão e descompressão do gás, que serão acrescentados a esta alternativa. É necessário, portanto, uma análise criteriosa sobre a disposição do cliente final interessado na solução, em arcar com o *spread* do GNC.

Em ambas as alternativas apresentadas, o consumidor depara-se com um segundo desafio, a comprovação através de certificação ou compensação de créditos

e/ou CBIOs da redução de emissão de gases do efeito estufa que o consumo de biometano proporciona, os dois principais programas existentes são:

1. RenovaBio: Através dos CBIOs permite a compensação na emissão dos gases de efeito estufa;
2. GasRec: Certificado internacional que comprova o uso do biometano, gás natural renovável.

Seja através da emissão de CBIOs ou dos certificados emitidos pelo Instituto Totum, o GasRec, os parques produtores de biometano ficam aptos a certificar o biometano por eles produzido, e o consumidor fica também apto de comprovar e certificar o seu consumo de gás renovável, que apesar de um custo com *spread* mais elevado quando comparado com o gás de origem fóssil, está de acordo com as necessidades de sustentabilidade apresentadas por diversos relatórios internacionais, além de contribuir para redução das emissões de gases do efeito estufa no ambiente.

5. Referências Bibliográficas

ABEGÁS – Associação Brasileira das Empresas Distribuidoras de Gás Canalizado. O Combustível. Disponível em: <<https://www.abegas.org.br/o-combustivel>>. Acesso em: 22 out. 2022.

ABIOGÁS – Potencial Brasileiro de Biogás. Disponível em: <https://abiogas.org.br/wp-content/uploads/2020/11/NOTA-TECNICA_POTENCIAL_ABIOGAS.pdf>. Acesso em: 01 nov. 2022

ABIOGÁS – Potencial de biogás no Brasil. Disponível em: <<https://abiogas.org.br/potencial-de-biogas-no-brasil/>>. Acesso em: 15 out. 2022

ABRACEEL – Associação Brasileira de Comercializadores de Energia Elétrica. Origem do Gás Natural. Disponível em: <<https://abraceel.com.br/blog/2019/09/origem-do-gas-natural/>>. Acesso em 02 nov.2022

ANP – Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Bicomcombustível. Boletim Mensal de Produção de Óleo e Gás Natural. Disponível em <<https://www.gov.br/anp/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/boletins-anp/boletins/arquivos-bmppgn/2022/boletim-junho.pdf>>. Acesso em 02 nov. 2022.

ANP – Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Bicomcombustível. Painel dinâmico RenovaBio, Plataforma CBIO. Disponível em <<https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiaZDhZjI3ZGQYtYWUyZS00ZDkyLTk4MjM0Mm14MzE5YWNiOGYzliwidCI6IjQ0OTImNGZmLTI0YTYtNGI0Mi1iN2VmLTEyNGFmY2FkYzkyMyJ9&pageName=ReportSection4254c3f87ec1490a2ff8>>. Acesso em 24 out. 2022.

ANP – Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Bicomcombustível. Resolução ANP n o 8, de 30.1.2015. Disponível em: <<https://atosoficiais.com.br/anp/resolucao-n-8-2015?origin=instituicao&q=8/2015>>. Acesso em: 18 out. 2022.

ANP – Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Bicomcombustível. Resolução ANP n o 685, de 29.6.2017. Disponível em: <<https://atosoficiais.com.br/anp/resolucao-n-685-2017-estabelece-as-regras-para-aprovacao-do-controle-da-qualidade-e-a-especificacao-do-biometano-oriundo-de-aterros-sanitarios-e-de-estacoes-de>>

tratamento-de-esgoto-destinado-ao-uso-veicular-e-as-instalacoes-residenciais-industriais-e-comerciais-a-ser-comercializado-em-todo-o-territorio-nacional?origin=instituicao&q=685/2017>. Acesso em: 18 out. 2022.

ARSESP – Agência reguladora de serviços públicos do Estado de São Paulo. Deliberação Nº 1.105, de 28 de dezembro de 2020. Disponível em: <<http://www.arsesp.sp.gov.br/LegislacaoArquivos/Delibera%C3%A7%C3%A3o%201105%20-%20g%C3%A1s.pdf>>. Acesso em 18 de out. de 2022

ARSESP – Agência reguladora ARSESP – Agência reguladora de serviços públicos do Estado de São Paulo. Deliberação Nº 1.105, de 28 de dezembro de 2020. Disponível em: <<http://www.arsesp.sp.gov.br/ConsultasPublicasBiblioteca/8d1%20DG%20An%C3%A1lise%20de%20Investimentos.pdf>>. Acesso em 18 de out. de 2022

ARSESP – Agência reguladora ARSESP – Agência reguladora de serviços públicos do Estado de São Paulo. Perfil do setor de gás canalizado. Disponível em: <<http://www.arsesp.sp.gov.br/SitePages/gas-canalizado/perfil-setor-gas-canalizado.aspx>>. Acesso em 23 de out. de 2022.

BRASIL (2017). LEI Nº 13.576, DE 26 DE DEZEMBRO DE 2017. Dispõe sobre a Política Nacional de Biocombustíveis (RenovaBio) e dá outras providências. Presidência da República/Secretaria-Geral/Subchefia para Assuntos Jurídicos. BRASÍLIA, 2017. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/lei/L13576.htm>. Acesso em 03 nov. de 2022

BIOSUL – Adecoagro realiza primeira emissão de certificados GasRec no Brasil. Disponível em: <[https://biosulms.com.br/adecoagro-realiza-a-primeira-emissao-de-certificados-gas-rec-no-brasil/#:~:text=Adecoagro%20realiza%20a%20primeira%20emiss%C3%A3o%20de%20certificados%20GAS%2DREC%20no%20Brasil,-06%2F04%2F2022&text=%3A%20Divulga%C3%A7%C3%A3o%2FAdecoagro\)-,A%20Adecoagro%2C%20uma%20das%20principais%20empresas%20de%20alimentos%20e%20produ%C3%A7%C3%A3o,mar%C3%A7o%2C%20para%20a%20Metso%20Outotec](https://biosulms.com.br/adecoagro-realiza-a-primeira-emissao-de-certificados-gas-rec-no-brasil/#:~:text=Adecoagro%20realiza%20a%20primeira%20emiss%C3%A3o%20de%20certificados%20GAS%2DREC%20no%20Brasil,-06%2F04%2F2022&text=%3A%20Divulga%C3%A7%C3%A3o%2FAdecoagro)-,A%20Adecoagro%2C%20uma%20das%20principais%20empresas%20de%20alimentos%20e%20produ%C3%A7%C3%A3o,mar%C3%A7o%2C%20para%20a%20Metso%20Outotec)>. Acesso em: 20 out. 2022.

CEGÁS – Companhia de Gás do Ceará. Cegás é a primeira distribuidora do Brasil a injetar o gás natural renovável em sua rede de gasodutos. Disponível em: <<https://www.cegas.com.br/gas-natural/o-gas-natural/o-produto>>. Acesso em: 28 out. 2022/.

CETESB – Programa Brasileiro GHG Protocol. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/proclima/wp-content/uploads/sites/36/2014/05/cartilha_ghg_online.pdf>. Acesso em 16 out. 2022.

CIBIOGÁS – BiogasMap, Painel dinâmico de plantas de biogás e biometano no Brasil. Disponível em: <<https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiODc2NTlhOGltOTc2Ny00ZDc1LWl5MTMtYjYwZTRlYjFiOWQ3IiwidCI6ImMzOTg3ZmI3LTQ5ODMtNDA2Ny1iMTQ2LTc3MGU5MWE4NGViNSJ9&pageName=ReportSection6ed365e9760a3c113b0d>>. Acesso em: 15 out. 2022.

CICLOVIVO. Fortaleza inaugura maior usina de produção de biogás com lixo de aterro. Disponível em: <<https://ciclovivo.com.br/planeta/desenvolvimento/fortaleza-inaugura-maior-usina-produzir-biogas-com-lixo-de-aterro>>. Acesso em: 28 out. 2022.

COELHO, S. T., GARCILASSO, V. P., SANTOS, M. M., ESCOBAR, J. F., PERECIN, D., SOUZA, D. B. Tecnologias de Produção e Uso de Biogás e Biometano. São Paulo: Synergia Editora, 2018.

COELHO, S. T., GARCILASSO, V. P., SANTOS, M. M., ESCOBAR, J. F., PERECIN, D., SOUZA, D. B. Atlas de Bioenergia do Estado de São Paulo 2020. Disponível em: <http://gbio.webhostusp.sti.usp.br/sites/default/files/Atlas_Bioenergia_SP_2020_livro_DIGITAL_FinalV2.pdf>. Acesso em 28 out.2022

COMGÁS – Companhia de Gás de São Paulo. Nossa Rede. Disponível em: <<https://nossarede.comgas.com.br/nossarede/#/map/-22.683987,-46.778507,8z>>. Acesso em: 23 out. 2022.

COMGÁS – Companhia de Gás de São Paulo. Relação com Investidores – Mapa da área de concessão da Comgás. Disponível em: <<https://ri.comgas.com.br/a-companhia/nosso-negocio/>>. Acesso em: 23 out. 2022.

DOIS ARCOS – Dois Arcos gestão de resíduos – Disponível em: <<https://doisarcos.com.br/>>. Acesso em 04 jan. 2023.

EPBR – Agência EPBR - Ceará quer usar biometano para produzir hidrogênio limpo – Disponível em: <<https://epbr.com.br/ceara-quer-usar-biometano-para-produzir-hidrogenio-limpo/>>. Acesso em 05 jan. 2023

EPE – Empresa de Pesquisa Energética. Demanda de gás natural nos mercados nacional e internacional, horizonte 2020-2030 Disponível em: <<https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-490/topico-531/EPE,%202020%20-%20Nota%20T%C3%A9cnica%20Demanda%20de%20G%C3%A1s%20Natural%20vFinal.pdf>>. Acesso em: 02 nov. 2022.

EPE – Empresa de Pesquisa Energética. Estudo sobre a Economicidade do Aproveitamento dos Resíduos Sólidos Urbanos em Aterro para Produção de Biometano. Nota Técnica DEA 019/2018. Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: <<https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-309/NT%20Biometano%20de%20Aterro%20vf%200192018.pdf>>. Acesso em: 28 out. 2022.

FORUM CLIMA – Guia metodológico para inventário de emissões de gases de efeito estufa na engenharia e construção. Disponível em: <https://www.ethos.org.br/wp-content/uploads/2019/03/guia_metodologico.indd_.pdf>. Acesso em: 16 out. 2022.

INSTITUTO I17 – Dashboard Potencial de biogás no Brasil. Disponível em: <<https://i17.org/dashboard/Potencial-Biogas-Brasil.html>>. Acesso em: 15 out. 2022.

INSTITUTO TOTUM – Certificação GasRec. Disponível em: <<https://www.institutototum.com.br/index.php/servicos/412-certificacao-gas-rec>>. Acesso em 20 out. 2022

LOGÁS – SERVIÇOS. Disponível em: <<https://logas.com.br/servicos/>>. Acesso em: 22. out. 2022.

MEGAWHATT – Mega conceito: Gás Natural Comprimido (GNC). Disponível em: <<https://megawhat.energy/verbetes/41402/gas-natural-comprimido-gnc>>. Acesso em 22 out. 2022.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA – Boletim Mensal. Acompanhamento da indústria de Gás Natural. Disponível em: <[file:///C:/Users/cs331916/Downloads/07%20-%20Boletim%20de%20Acompanhamento%20da%20Ind%20C3%BAstria%20de%20G%20C3%A1s%20Natural%20-%20Julho%20de%202022%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/cs331916/Downloads/07%20-%20Boletim%20de%20Acompanhamento%20da%20Ind%20C3%BAstria%20de%20G%20C3%A1s%20Natural%20-%20Julho%20de%202022%20(1).pdf)>. Acesso em: 02 nov. 2022

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA – RenovaBio. Disponível em: <<https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/secretarias/petroleo-gas-natural-e-biocombustiveis/renovabio-1#:~:text=O%20RenovaBio%20%C3%A9%20uma%20pol%C3%ADtica,mercado%20e%20a%20mitiga%C3%A7%C3%A3o%20de>>. Acesso em: 20 out. 2022.

NOVA CANA - Cocal detalha projeto de biogás em parceria com Geo Biogás & Tech e planos para o futuro. Disponível em: <<https://www.novacana.com/n/industria/usinas/cocal-detalha-projeto-biogas-parceria-geo-energetica-planos-futuro-25022>>. Acesso em: 28 out. 2022.

NOVA CANA – Mapa de Usinas de Etanol e açúcar no Brasil. Disponível em: <https://www.novacana.com/usinas_brasil/mapa>. Acesso em: 28 out. 2022.

PETROBRÁS – Pré-Sal. Disponível em: < <https://petrobras.com.br/pt/nossas-atividades/areas-de-atuacao/exploracao-e-producao-de-petroleo-e-gas/pre-sal/>>. Acesso em 02 nov. 2022

RAMOS, C. S. BNDES aprova R\$ 97,1 milhões para projeto de biogás da Cocal. Valor Econômico, 13 jan. 2020. Disponível em: <<https://valor.globo.com/agronegocios/noticia/2020/01/13/bndes-aprova-r-971-milhes-para-projeto-de-biogs-da-cocal.ghtml>>. Acesso em: 21 de out. 2020.

SABESP – Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. Sabesp testa desempenho de motor Audi com gás gerado no tratamento de esgoto. Disponível em: <https://site.sabesp.com.br/site/imprensa/noticias-detalle.aspx?secaold=65&id=7968>. Acesso em: 28 out. 2022.

SABESP – Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. Sabesp começa a abastecer carros em Franca com gases do tratamento de esgoto. Disponível em: <<https://site.sabesp.com.br/site/imprensa/noticias-detalle.aspx?secaold=66&id=7838>>. Acesso em: 01 nov. 2022.

SÃO PAULO. Decreto no 58.659, de 4 dezembro de 2012. Institui o Programa Paulista de biogás e dá providências correlatas. Casa Civil, 2012.

SECRETARIA DE INFRAESTRUTURAE MEIO AMBIENTE – Governo do estado de São Paulo. Anuário de energéticos por município do estado de São Paulo 2022, ano base 2021. Disponível em: <https://dadosenergeticos.energia.sp.gov.br/portalicev2/intranet/BiblioVirtual/diversos/anuario_energetico_municipio.pdf>. Acesso em 18 out. 2022.

SEINFRA, A.; GIBAJA, C. CEGÁS e GNR assinam contrato para ampliar a oferta de gás natural renovável no Ceará. Disponível em: <<https://www.ceara.gov.br/2019/10/01/cegas-e-gnr-assinam-contrato-para-ampliar-a-oferta-de-gas-natural-renovavel-no-ceara/#:~:text=%E2%80%9CEsse%20projeto%20em%20parceria%20entre,atmosfera%E2%80%9D%2C%20citou%20o%20governador.>>. Acesso em: 28 out. 2022.

UDOP – Mapa usinas e destilarias. Disponível em: <<https://www.udop.com.br/mapas>>. Acesso em 22 out. 2022.