

PARANÁ PROJETOS

**ESTRUTURAÇÃO DO PROGRAMA DE BIOGÁS E BIOMETANO DO
ESTADO DO PARANÁ**

**PRODUTO 3 – DIAGNÓSTICO DO MERCADO ATUAL DE BIOGÁS E
BIOMETANO COM AS PRINCIPAIS OPORTUNIDADES**

**SÃO PAULO
AGOSTO/2024**

SUMÁRIO EXECUTIVO

O Paraná Projetos contratou a Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas – Fipe para a prestação de serviços para estruturação do plano de desenvolvimento setorial do mercado de Biogás e Biometano do Estado do Paraná.

Este relatório é o Produto 3, que apresenta o diagnóstico do mercado atual de biogás e biometano no Estado do Paraná com as principais oportunidades, englobando análises de mercado e identificação de oportunidades de curto (*quick wins*), médio e longo prazos para o setor de biogás e biometano.

O projeto é dividido em nove etapas, que abrangem desde o diagnóstico do cenário regulatório atual até a proposta e implementação do Programa de Biogás e Biometano. Essas etapas são detalhadas a seguir:

- **Etapa I:** Consiste no levantamento do cenário de leis e determinações jurídicas atuais do Brasil e Estados da Federação, referente ao mercado de biogás e biometano, e no mapeamento e entrevistas com *stakeholders* da cadeia produtiva de biogás e biometano, para coleta das percepções, expectativas e dores/desafios que são percebidos para o desenvolvimento do setor de biogás e biometano no Estado do Paraná. Documento já entregue como Produto 2: Diagnóstico do Cenário Jurídico Atual do Estado e de Expectativas;
- **Etapa II:** Consiste em estudos sobre a cadeia de valor do biogás e biometano, identificando os processos englobados, principais usos energéticos, priorização de etapas e aplicações para diferentes setores, considerando o contexto regional do Estado do Paraná. Será entregue como Produto 3: Diagnóstico do Mercado Atual de Biogás e Biometano com mapeamento das Principais Oportunidades (presente documento);
- **Etapa III:** Consiste na apresentação do Plano Estratégico e de Negócios para o desenvolvimento do mercado de biogás e biometano no Estado do Paraná. Será entregue como Produto 4: Planejamento Estratégico e Plano de Negócios;
- **Etapa IV:** Consiste na elaboração de programa de incentivo por parte do Governo do Estado do Paraná, para cadeia de biogás e biometano. Será entregue como Produto 5: Proposta de Incentivos Fiscais para o Setor de Biogás e Biometano;

- Etapa V: Consiste na modelagem de cursos e treinamentos para o setor de biogás e biometano, para conscientização da população e estruturação de proposta de modelo de certificação dos produtos da cadeia. Será entregue como Produto 6: Proposta de Treinamento, Conscientização e Modelo de Certificação;
- Etapa VI: Consiste na estruturação de metodologia para implantação do Programa de Biogás e Biometano no Estado do Paraná. Será entregue como Produto 7: *Roadmap* de Implementação;
- Etapa VII: Consiste no desenvolvimento de metodologia e controle contínuo do Programa de Biogás e Biometano no Estado do Paraná. Será entregue como Produto 8: Proposta de Implantação e Controle de Execução do Programa;
- Etapa VIII: Consiste na estruturação de modelo para disseminação do programa ao longo de sua execução, formas de interação e de comunicação com as partes envolvidas, contendo campanha de educação pública, eventos de sensibilização, materiais informativos e criação de um portal online dedicado ao Programa de Biogás e Biometano no Estado do Paraná. Será entregue como Produto 9: Modelo de Divulgação e de Comunicação do Programa; e
- Etapa IX: Consiste na análise do impacto social e econômico da implantação do Programa de Biogás e Biometano no Estado do Paraná, contendo avaliação contínua do impacto do programa e identificação de oportunidades de melhoria durante a aplicação. Será entregue como Produto 10: Controle Social e Econômico da Aplicação do Programa de Biogás e Biometano.

O contrato tem prazo limite de 360 dias para a execução. O prazo poderá ser prorrogado caso acordado entre a Fipe e o Paraná Projetos.

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	1
2.	PROCESSOS AO LONGO DA CADEIA DE VALOR DO BIOGÁS E DO BIOMETANO	3
2.1	PROCESSOS DA CADEIA PRODUTIVA DE BIOGÁS E BIOMETANO	3
2.2	DESAFIOS IDENTIFICADOS PARA A CADEIA PRODUTIVA DO BIOGÁS E BIOMETANO	5
2.3	ASPECTOS RELEVANTES IDENTIFICADOS EM ENTREVISTAS COM STAKEHOLDERS	6
3.	APLICAÇÕES PRINCIPAIS DE USO PARA O BIOGÁS E O BIOMETANO, SEUS PRODUTOS DERIVADOS E PRIORIZAÇÃO DE PROCESSOS E APLICAÇÕES PARA DIFERENTES SETORES, CONSIDERANDO O CONTEXTO REGIONAL DO PARANÁ	8
3.1	PRODUÇÃO E APLICAÇÕES DO BIOGÁS POR TIPO DE SUBSTRATO	8
3.2	CONSOLIDAÇÃO DAS APLICAÇÕES ENERGÉTICAS	10
4.	ANÁLISE DE MERCADO DE BIOGÁS E BIOMETANO - DEMANDA ATUAL E POTENCIAL NO ESTADO DO PARANÁ	13
4.1	METODOLOGIA	13
4.2	PREMISSAS ADOTADAS PARA OS FATORES DE CONVERSÃO	15
4.3	RESULTADOS DA DEMANDA DE BIOGÁS E BIOMETANO NO ESTADO DO PARANÁ	15
4.3.1	Energia Elétrica	16
4.3.2	Óleo Diesel (L/ano)	17
4.3.3	GLP (kg/ano)	18
4.3.4	GN (m ³ /ano)	19
4.3.5	Lenha (kg/ano)	19
4.3.6	Uso do biogás em plantas operacionais (Nm ³ /ano)	20
4.3.7	Consolidado	21
4.3.8	Projeção de Custo Nivelado de Energia (LCOE) para o biogás	25
4.3.9	Projeção de consumo energético para o Estado do Paraná	27

5.	MAPEAMENTO DE INICIATIVAS DE CURTO, MÉDIO E LONGO PRAZO PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DO SETOR	29
5.1	METODOLOGIA	29
5.2	IDENTIFICAÇÃO DE OPORTUNIDADES DE CURTO PRAZO (QUICK WINS) PARA O GOVERNO E AÇÕES RECOMENDADAS	36
5.2.1	Principais conclusões	39
5.3	MAPEAMENTO DE AÇÕES DE MÉDIO E LONGO PRAZOS PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DO SETOR	42
5.3.1	Principais conclusões	45
6.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	50
7.	ATIVIDADES ADICIONAIS	52
7.1	PARTICIPAÇÃO EM REUNIÕES	52
7.2	SUORTE ÀS AÇÕES ADICIONAIS	53
8.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	56
	APÊNDICE	59
	APÊNDICE I: DADOS DE DEMANDA ENERGÉTICA, SEGMENTADOS POR MUNICÍPIOS, DO ESTADO DO PARANÁ	60
	APÊNDICE II: MAPEAMENTO DE AÇÕES DE CURTO, MÉDIO E LONGO PRAZOS A SEREM PRIORIZADAS E IMPLEMENTADAS	61

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Produção de Biogás para o Setor de Indústria de Acordo com Aplicação Energética	9
Tabela 2: Produção de Biogás para o Setor de RSU e Esgoto de Acordo com Aplicação Energética	9
Tabela 3: Produção de Biogás para o Setor de Agropecuária de Acordo com Aplicação Energética	10
Tabela 4: Produção de Biogás Consolidada de Acordo com Aplicação Energética	10
Tabela 5: Poder Calorífico Inferior dos Combustíveis	15
Tabela 6: Fatores de Conversão por Combustível	15
Tabela 7: Demanda de Energia Elétrica em MWh/ano no Paraná	16
Tabela 8: Oferta de Biogás x Demanda de Energia Elétrica em MWh/ano no Paraná	17
Tabela 9: Demanda de Óleo Diesel em L/ano no Paraná	17
Tabela 10: Oferta de Biogás x Demanda de Óleo Diesel em L/ano no Paraná	18
Tabela 11: Demanda de GLP em kg/ano no Paraná	18
Tabela 12: Oferta de Biogás x Demanda de GLP em kg/ano no Paraná	19
Tabela 13: Demanda de GN em m ³ /ano no Paraná	19
Tabela 14: Demanda de Lenha em kg/ano no Paraná	20
Tabela 15: Oferta de Biogás x Demanda de Lenha em kg/ano no Paraná	20
Tabela 16: Demanda de Biogás em Plantas Operacionais em Nm ³ /ano no Paraná	21
Tabela 17: Demanda Consolidada no Paraná (Cenário Base)	21
Tabela 18: Oferta de Biogás x Demanda Consolidada no Paraná (Cenário Base)	22
Tabela 19: Oferta de Biogás x Demanda Consolidada no Paraná (Englobando Gás Natural)	25
Tabela 20: Estimativa de LCOE para Suprimento Energético a Partir do Biogás	27
Tabela 21: Quantidades de Planos de Ação Relacionados aos Objetivos Estratégicos por Categoria	34
Tabela 22: Descrição das Iniciativas	35
Tabela 23: Classificação das Iniciativas de Acordo com a Recomendação da Equipe Técnica e a Priorização da Metodologia de Esforço e Impacto	37
Tabela 24: Descrição das Iniciativas de Quick Wins	38
Tabela 25: Iniciativas Classificadas por Esferas	39
Tabela 26: Classificação das Iniciativas de Acordo com a Recomendação da Equipe Técnica e a Priorização da Metodologia de Esforço e Impacto	43
Tabela 27: Descrição das Iniciativas Estruturantes	44
Tabela 28: Iniciativas Estruturantes Classificadas por Esferas	45

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Detalhamento dos Processos Envolvendo Plantas de Biogás e Biometano, e Mapeamento de Fornecedores a Nível Nacional	5
Figura 2: Produção de Biogás no Paraná por Tipo de Substrato	9
Figura 3: Estimativa de Produção de Biogás para o Estado do Paraná – Cenário 1	22
Figura 4: Estimativa de Produção de Biogás para o Estado do Paraná – Cenário 2	23
Figura 5: Demanda Energética para o Estado do Paraná	23
Figura 6: Oferta x Demanda Energética para o Estado do Paraná – Nível Mesorregiões – Cenário 1	24
Figura 7: Oferta x Demanda Energética para o Estado do Paraná – Nível Mesorregiões – Cenário 2	24
Figura 8: Projeção de Consumo Potencial no Brasil de Energia Final para 2050	28
Figura 9: Projeção de Demanda Potencial de Biogás no Paraná para 2050	28
Figura 10: Sugestão de Modelo de Governança a ser Implementado para Monitoramento e Gerenciamento do Plano de Ação Desenhado para o Programa de Biogás e Biometano do Estado do Paraná	31
Figura 11: Matriz de Impacto versus Esforço	33
Figura 12: Matriz de Priorização das Iniciativas	35
Figura 13: Matriz de Priorização das Iniciativas de Quick Wins	38
Figura 14: Matriz de Priorização das Iniciativas Estruturantes	44
Figura 15: Registro da Participação na Reunião do Dia 30/07/2024	53

1. INTRODUÇÃO

A matriz energética do Estado do Paraná é caracterizada por uma ampla diversidade, com uma dependência predominante de fontes renováveis, incluindo hidrelétricas, biomassa, energia eólica e solar fotovoltaica. No que tange à demanda energética, o Estado abriga um setor industrial robusto, com destaque para agroindústrias, papel e celulose, e o setor automotivo, todos demandando uma carga significativa. Além disso, observa-se um crescimento na demanda residencial e comercial.

A análise da relação entre oferta e demanda energética revela um panorama de equilíbrio, embora enfrente desafios emergentes devido à expansão econômica e populacional. Diante disso, o biogás e o biometano despontam como alternativas promissoras. Estes recursos energéticos são obtidos a partir do tratamento adequado via sistemas de biodigestão de efluentes e resíduos provenientes da pecuária, agroindústria e do saneamento/resíduos sólidos urbanos (RSU). A produção de biogás e biometano representa uma oportunidade para atender à crescente demanda energética, além de contribuir para a transição energética, promover a economia circular, fomentar a sustentabilidade e reduzir as emissões de carbono.

Neste contexto, o presente relatório visa analisar o mercado de biogás e biometano no Estado do Paraná e identificar oportunidades a curto, médio e longo prazo, no âmbito da implementação do Programa de Biogás e Biometano do Estado do Paraná. Este documento corresponde ao Produto 3 - Diagnóstico do Mercado Atual de Biogás e Biometano e Principais Oportunidades. Para alcançar os objetivos propostos, o relatório está estruturado nas seguintes seções:

- **Seção 1:** Introdução;
- **Seção 2:** Processos ao longo da cadeia de valor do biogás e do biometano;
- **Seção 3:** Aplicações principais de uso para o biogás e o biometano, seus produtos derivados e priorização de processos e aplicações para diferentes setores, considerando o contexto regional do Paraná;
- **Seção 4:** Análise de mercado, incluindo dados sobre a demanda atual e potencial de biogás e biometano;



- **Seção 5:** Mapeamento de iniciativas de curto, médio e longo prazo para o desenvolvimento sustentável do setor;
- **Seção 6:** Considerações finais;
- **Seção 7:** Compilação de entregas adicionais relacionadas à temática do Produto 3;
- **Seção 8:** Referências bibliográficas; e
- **Seção 9:** Apêndices.

2. PROCESSOS AO LONGO DA CADEIA DE VALOR DO BIOGÁS E DO BIOMETANO

Esta seção apresenta os dados referente aos processos interligados que constituem a cadeia de valor do biogás e do biometano, abrangendo desde a coleta e gestão de resíduos/efluentes até a utilização final do energético. A seguir, são detalhados os principais processos dessa cadeia.

2.1 PROCESSOS DA CADEIA PRODUTIVA DE BIOGÁS E BIOMETANO

Compreendem as etapas englobadas na cadeia produtiva de biogás e biometano:

1. Pré-tratamento: Esta etapa envolve a preparação dos resíduos/efluentes antes da digestão anaeróbia. O pré-tratamento pode incluir a separação de resíduos indesejados, a trituração e/ou a mistura dos resíduos/efluentes para otimizar o processo subsequente. Um pré-tratamento eficaz aumenta a eficiência da digestão e maximiza a produção de biogás;
2. Digestão Anaeróbia: Nesta etapa, os resíduos/efluentes preparados são submetidos a um processo biológico em ambiente anaeróbio (sem oxigênio), onde microrganismos decompõem a matéria orgânica para produzir biogás e digestato, por meio de sistemas de biodigestão. A digestão anaeróbia é crucial para a conversão eficiente de resíduos em biogás. No Brasil, as tecnologias de biodigestão estão bem estabelecidas, permitindo adaptações para diferentes tipos e concentrações de resíduos sólidos;
3. Sistema de Armazenamento de Biogás: Após a digestão, o biogás gerado é coletado e armazenado em sistemas apropriados, como gasômetros, para garantir sua preservação e facilitar seu uso futuro. O armazenamento adequado assegura um suprimento estável e seguro;
4. Tratamento e Purificação do Biogás: O biogás, contendo impurezas como dióxido de carbono (CO_2), sulfeto de hidrogênio (H_2S) e umidade, passa por processos de purificação para remover essas impurezas. O objetivo é obter um biogás com maior concentração de metano (CH_4), adequado para conversão em biometano. As tecnologias de purificação, como membranas, estão bem desenvolvidas e são

amplamente utilizadas, embora os custos operacionais e de manutenção desses sistemas ainda representam um desafio;

5. Sistema de Armazenamento de Biometano: Nesta etapa o biometano é armazenado em sistemas adequados, como cilindros de alta pressão, para manter sua qualidade e disponibilidade até o momento de sua utilização. O armazenamento apropriado garante um suprimento contínuo e seguro;
6. Transporte: Esta etapa abrange o transporte do biometano para os locais de uso, podendo incluir a distribuição por meio de redes de gás e caminhões-feixe. No Paraná, as redes de distribuição ainda estão concentradas em áreas limitadas, exigindo expansão para interiorização e alternativas via modal rodoviário para aumentar a disponibilidade de biometano;
7. Aplicações do Biogás e do Biometano: O biogás tem diversas aplicações, como a geração de energia elétrica, energia térmica, produção de hidrogênio e de biometano aplicado como combustível veicular e em processos industriais;
8. Digestato: O digestato, resíduo sólido e/ou líquido resultante da digestão anaeróbia, pode ser utilizado como fertilizante agrícola (biofertilizante) ou tratado para outras aplicações. A gestão adequada do digestato é essencial para maximizar os benefícios ambientais e econômicos do processo de digestão anaeróbia.

Para melhor compreensão das etapas envolvidas em plantas de biogás e biometano, a Figura 1 apresenta o mapeamento de fornecedores nacionais de produtos e serviços, permitindo a análise do nível de maturidade dos processos por meio dessas informações. Os dados disponibilizados nesta figura são baseados no *Roadmap Tecnológico do GEF¹ Biogás Brasil* (2020).

¹ *Global Environment Facility* (GEF).

Figura 1: Detalhamento dos Processos Envolvendo Plantas de Biogás e Biometano, e Mapeamento de Fornecedores a Nível Nacional



Fonte: Adaptada de GEF Biogás (2020).

2.2 DESAFIOS IDENTIFICADOS PARA A CADEIA PRODUTIVA DO BIOGÁS E BIOMETANO

Com base nas informações do GEF Biogás Brasil (2023), foram identificados os desafios enfrentados pela cadeia produtiva de biogás a nível nacional, segundo pesquisa aplicada com 18 especialistas e 94 empresas. Os principais desafios, para cada uma das etapas do processo, estão descritos abaixo:

- **Tratamento e Purificação de Biogás:** O maior desafio na etapa de purificação do biogás é a redução de custos operacionais em biorrefinarias e o aumento da oferta de soluções integradas para a produção de biometano e CO₂. Equipamentos mais eficientes e com maior desempenho ainda precisam ser importados e adquiridos separadamente, o que tende a encarecer ou inviabilizar financeiramente alguns projetos. A ampliação da oferta de soluções integradas para purificação de biogás, envolvendo sistemas de remoção de sulfeto de hidrogênio (H₂S) e umidade (H₂O), permanece como um desafio a ser vencido;
- **Valorização do Digestato:** O principal desafio é a ampliação da disponibilidade de soluções para a valorização do digestato. O digestato líquido, além de ser rico em nutrientes, também é rico em água e pode ser distribuído no solo através de diferentes técnicas de aplicação. Outra possibilidade é a extração de seus nutrientes e a produção de adubos orgânicos e condicionadores de solo;

- Automação e Monitoramento: A redução de custos dos equipamentos periféricos, como agitadores, sensores e sistemas de análise em linha, é um desafio crucial, além da necessidade de ampliar a oferta de sistemas de automação e monitoramento “*plug and play*”²;
- Geração de Energia Elétrica: Reduzir os custos de equipamentos para cogeração, incluindo motogeradores de pequena e grande escala e equipamentos periféricos, como sistemas de conexão com a rede, controle e seccionamento, é um desafio significativo. O preço desses equipamentos geralmente não acompanha a redução de escala das plantas de biogás, o que pode inviabilizar financeiramente alguns projetos. Além disso, é necessário ampliar a oferta de motogeradores com maior eficiência, especialmente acima de 500 Kw;
- Transporte: O maior desafio no transporte é aumentar a disponibilidade de compressores específicos para transporte de biogás em baixa pressão (menor que 2 bar) e média pressão (menor que 12 bar), bem como de sistemas de armazenamento móveis ou estacionários de biogás comprimido.

Esses desafios ressaltam a importância da inovação contínua e dos investimentos para otimizar a cadeia de valor do biogás e biometano no Brasil, assegurando sua viabilidade econômica e sustentabilidade ambiental.

2.3 ASPECTOS RELEVANTES IDENTIFICADOS EM ENTREVISTAS COM *STAKEHOLDERS*

De acordo com o Produto 2 – Diagnóstico do Cenário Jurídico Atual do Estado e de Expectativas, durante as entrevistas com *stakeholders*, 43% referiram-se às tecnologias utilizadas em projetos a nível nacional. Embora a maioria tenha reconhecido a disponibilidade de boas tecnologias no mercado, alguns apontaram fragilidades e desafios devido à dependência de importações.

Apesar disso, a preocupação com a tecnologia não foi tão proeminente quanto outros temas durante as entrevistas. Quatro tópicos principais emergiram como os mais

² O termo “*plug and play*” refere-se a sistemas de monitoramento de fácil instalação e uso, sem necessidade de configurações complexas e/ou extensivas personalizações. Normalmente esses sistemas possuem como características principais: fácil instalação; compatibilidade automática com plataformas e/ou dispositivos; usabilidade - interface intuitiva e amigável; integração facilitada; e portabilidade.

relevantes, sendo: políticas públicas, incentivos, benefícios fiscais e regulamentações; capacitação; linhas de financiamento/crédito; e comunicação com *stakeholders*. Esses tópicos representaram mais de 70% das discussões, com políticas públicas, incentivos, benefícios fiscais e regulamentações sendo citado em 100% das entrevistas, indicando que, embora a tecnologia seja importante, a maturidade do mercado depende fortemente de fatores regulatórios e de suporte estrutural.

A capacitação foi discutida sob diversos aspectos. Apenas um dos *stakeholders* entrevistados acredita que a cadeia de valor de biogás e o Estado estão adequadamente capacitados. Os demais 12 *stakeholders* que abordaram esse tema identificaram diferentes pontos para melhorias, como o aprimoramento da cadeia de valor como um todo, a capacitação de produtores de biogás, o treinamento de responsáveis pela liberação de linhas de financiamento/crédito, a formação de mão de obra qualificada para implementação e operação de projetos, e a capacitação de responsáveis pela liberação de licenças de operação e dos bombeiros.

Além disso, um ponto crítico destacado foi a disponibilidade de linhas de financiamento/crédito para projetos de biogás e biometano, com a necessidade de maior acesso a recursos financeiros para viabilizar esses projetos.

A comunicação clara e eficiente também é considerada essencial para o desenvolvimento do setor de biogás e biometano. Isso inclui a comunicação entre os elos privados da cadeia de valor, entre o governo e a cadeia de valor, e com a população. Informar o público sobre os benefícios socioambientais e econômicos do consumo de biogás e biometano pode impulsionar a demanda por esses produtos, tornando-os mais atrativos e amplamente aceitos.

Em suma, o desenvolvimento do setor de biogás e biometano no Estado do Paraná requer uma abordagem integrada que vá além da simples implementação de tecnologias avançadas. É fundamental que haja uma sinergia entre políticas públicas eficazes, capacitação adequada, acesso a financiamentos e uma comunicação clara e abrangente. Ao enfrentar os desafios atuais com inovação e colaboração, o Estado pode explorar plenamente as oportunidades oferecidas por essas fontes renováveis, promovendo não apenas a sustentabilidade ambiental, mas também a viabilidade econômica a longo prazo.

3. APLICAÇÕES PRINCIPAIS DE USO PARA O BIOGÁS E O BIOMETANO, SEUS PRODUTOS DERIVADOS E PRIORIZAÇÃO DE PROCESSOS E APLICAÇÕES PARA DIFERENTES SETORES, CONSIDERANDO O CONTEXTO REGIONAL DO PARANÁ

O biogás, gerado a partir da digestão anaeróbica de resíduos orgânicos, tem se destacado como uma alternativa energética sustentável com diversas aplicações. Conforme os dados do *Biogasmapp*, desenvolvido pelo Centro Internacional de Energias Renováveis Biogás (CIBiogás), a produção de biogás no Estado do Paraná provém de 03 (três) principais fontes: indústria³; Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) e esgoto⁴; e agropecuária⁵. Desta forma, esta seção detalha as informações sobre a produção e as aplicações energéticas prioritárias para o biogás, considerando as plantas de biogás em operação.

3.1 PRODUÇÃO E APLICAÇÕES DO BIOGÁS POR TIPO DE SUBSTRATO

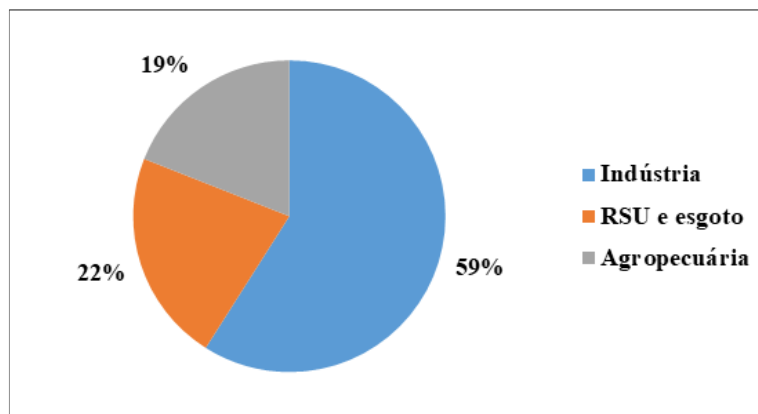
De acordo com as informações divulgadas no *Biogasmapp*, a produção de biogás no Paraná é predominantemente originária da indústria, seguido pelos resíduos sólidos urbanos (RSU) e esgoto, e pelo setor agropecuário. Os dados apresentados na Figura 2 indicam que 59% do biogás produzido no Paraná é resultante de substratos da indústria, 22% de resíduos sólidos urbanos ou esgoto e 19% da agropecuária, considerando as plantas de biogás de operação.

³ As plantas de biogás oriundas da indústria englobam abatedouros e frigoríficos, usinas de açúcar e etanol, fecularias e amidonarias, cervejarias, indústrias de óleo vegetal, gelatina, entre outros. Os substratos relativos a este setor contemplam efluentes industriais e demais resíduos orgânicos provenientes do processo industrial.

⁴ As plantas de biogás oriundas do saneamento englobam os aterros sanitários (RSU), as usinas de tratamento de resíduos orgânicos e as estações de tratamento de esgoto (ETE). Os substratos relativos a este setor contemplam resíduos sólidos urbanos (RSU), depositados em aterros sanitários, RSU segregado na fonte (fração orgânica), resíduos de frutas e vegetais, restos alimentares, supermercado e esgoto sanitário.

⁵ As plantas de biogás oriundas da agropecuária englobam as atividades de criação de animais como avicultura, bovinocultura, suinocultura, ovinocultura, entre outros. Os substratos relativos a este setor contemplam esterco animal, efluentes provenientes do manejo de dejetos (urina, fezes, água de lavagem, etc.), restos de ração, carcaça de animais mortos não abatidos, entres outros.

Figura 2: Produção de Biogás no Paraná por Tipo de Substrato



Elaborado pela equipe Fipe.

A análise detalhada das principais aplicações energéticas do biogás produzido por cada um desses substratos é apresentada nas Tabelas 1, 2 e 3, considerando as plantas de biogás em operação no Estado do Paraná. Essas tabelas comparam a distribuição da produção de biogás por setor e para diferentes aplicações energéticas.

Tabela 1: Produção de Biogás para o Setor de Indústria de Acordo com Aplicação Energética

Indústria	Produção de biogás (Nm ³ /ano) - em milhões	Percentual
Energia Elétrica	18,52	11,6%
Energia Térmica	87,39	54,6%
Biometano	54,17	33,8%
Total	160,08	100,0%

Elaborado pela equipe Fipe.

No setor industrial, conforme dados da Tabela 1, a energia térmica é a principal aplicação, representando 54,6% da produção de biogás. A produção de energia elétrica ocupa uma participação menor, com 11,6%, enquanto o biometano corresponde a 33,8%. Este perfil reflete a alta demanda por energia térmica e o crescente uso do biometano na indústria.

Tabela 2: Produção de Biogás para o Setor de RSU e Esgoto de Acordo com Aplicação Energética

RSU e esgoto	Produção de biogás (Nm ³ /ano) - em milhões	Percentual
Energia Elétrica	55,18	93,0%
Energia Térmica	3,98	6,7%
Biometano	0,19	0,3%
Total	59,35	100,0%

Fonte: Elaborado pela equipe Fipe.

Para resíduos sólidos urbanos e esgoto, conforme apresentado na Tabela 2, a geração de energia elétrica é a aplicação predominante, com 93% da produção de biogás direcionada

para esta finalidade. A energia térmica e o biometano têm uma presença muito menor, com 6,7% e 0,3%, respectivamente.

Tabela 3: Produção de Biogás para o Setor de Agropecuária de Acordo com Aplicação Energética

Agropecuária	Produção de biogás (Nm ³ /ano) - em milhões	%
Energia Elétrica	49,87	97,2%
Energia Térmica	1,40	2,7%
Biometano	0,06	0,1%
Total	51,33	100,0%

Fonte: Elaborado pela equipe Fipe.

No setor agropecuário (Tabela 3), a energia elétrica também domina, com 97,2% da produção de biogás direcionada para esta aplicação. A energia térmica e o biometano representam uma parcela pequena, com 2,7% e 0,1%, respectivamente.

A análise das tabelas revela padrões distintos de aplicação do biogás conforme o substrato de origem. Na indústria, a aplicação de energia térmica é a mais significativa, refletindo a demanda específica do setor. Para resíduos sólidos urbanos e esgoto, a geração de energia elétrica é claramente a prioridade, assim como no setor agropecuário.

3.2 CONSOLIDAÇÃO DAS APLICAÇÕES ENERGÉTICAS

A Tabela 4 apresenta a consolidação da produção de biogás, considerando as plantas em operação no Estado do Paraná e os três principais segmentos: indústria, saneamento (RSU e esgoto) e agropecuária. A energia elétrica permanece como aplicação predominante, representando 45,6% do total, seguida pela energia térmica (34,3%) e pelo biometano (20,1%). Esse cenário é consistente com as análises realizadas no mapeamento do arcabouço regulatório relacionado à biogás e biometano, conforme Produto 2 - Diagnóstico do Cenário Jurídico Atual do Estado e de Expectativas.

Tabela 4: Produção de Biogás Consolidada de Acordo com Aplicação Energética

Consolidado	Produção de biogás (Nm ³ /ano) - em milhões	%
Energia Elétrica	123,57	45,6%
Energia Térmica	92,77	34,3%
Biometano	54,42	20,1%
Total	270,76	100%

Fonte: Elaborado pela equipe Fipe.

Historicamente, até o ano de 2017, as regulamentações e incentivos voltados ao setor de biogás e biometano estavam majoritariamente direcionadas à geração de energia elétrica. Essa ênfase inicial fez com que a energia elétrica se consolidasse como a principal aplicação do biogás. Essa tendência reflete o cenário atual, onde a energia elétrica continua a ser a aplicação mais desenvolvida e amplamente utilizada.

Apesar da atual predominância da energia elétrica, o biometano está se destacando como um vetor energético com grande potencial de crescimento. A análise do arcabouço regulatório, conforme previamente detalhado no Produto 2, revela um aumento significativo no número de regulamentações e incentivos direcionados ao biometano desde 2018. Esse crescimento nas políticas de apoio, aliado às expectativas dos grandes investidores e produtores que conseguem gerar volumes substanciais de biogás, sugere uma tendência de desenvolvimento futuro para o biometano.

Adicionalmente, o aumento da geração de energia elétrica por meio da fonte solar fotovoltaica nos últimos anos tem contribuído para uma mudança no perfil das aplicações energéticas. Fatores como a redução dos custos tecnológicos, a facilidade de instalação, as condições geográficas favoráveis do Brasil e os incentivos fiscais e tributários têm impulsionado a adoção de energia solar. Paralelamente, o aumento dos custos associados à geração de energia térmica a partir de lenha e cavaco, impulsionado pela crescente demanda por biomassa, tem reduzido a competitividade da energia térmica tradicional.

Essas mudanças têm levado à uma substituição gradual da geração de energia elétrica por biogás em favor da energia térmica, especialmente entre pequenos e médios produtores que não dispõem da capacidade necessária para a produção de biometano. A tendência observada, conforme relatos de *stakeholders* durante as entrevistas do Produto 2, é que esses produtores estão investindo em energia elétrica fotovoltaica e utilizando o biogás para a geração de energia térmica, o que contribui para a redução dos custos e a melhoria da viabilidade econômico-financeira de seus empreendimentos.

Em linha com essas análises, a seção 5. Mapeamento de Iniciativas de Curto, Médio e Longo Prazo para o Desenvolvimento Sustentável do Setor, coloca em destaque uma série de iniciativas focadas no cenário atual e perspectivas futuras para o setor de biogás e biometano. Essas iniciativas incluem a criação de benefícios financeiros e não financeiros



para veículos e frotas movidas a biometano, o estabelecimento de preços mínimos para o biometano, e a criação de regras para o mercado livre de gás natural e biometano, entre outras medidas de *quick wins* e Estruturantes.

4. ANÁLISE DE MERCADO DE BIOGÁS E BIOMETANO - DEMANDA ATUAL E POTENCIAL NO ESTADO DO PARANÁ

Esta seção apresenta a metodologia utilizada para identificação e avaliação da demanda de biogás e biometano no Estado do Paraná. A análise levou em consideração as demandas atuais de outras fontes energéticas, com o objetivo de avaliar o potencial de substituição parcial ou total por biogás e biometano. Foram analisados os consumos totais de energia elétrica (MWh/ano), óleo diesel (L/ano), gás liquefeito de petróleo (GLP) (kg/ano), gás natural (GN) (m³/ano) e lenha (kg). Além disso, foi avaliado o uso já existente de biogás e biometano em plantas operacionais, visando compreender o potencial de expansão e integração dessas fontes renováveis na matriz energética regional.

4.1 METODOLOGIA

A demanda energética de biogás e biometano foi analisada considerando as possíveis substituições das fontes tradicionais de energia, destacando a versatilidade do biogás em suas várias aplicações. O biogás pode ser utilizado na geração de energia elétrica, na produção de calor (energia térmica), como combustível veicular (biometano) e até mesmo na produção de hidrogênio, ampliando seu escopo de contribuições para a matriz energética regional.

Para a análise, foram coletados dados de fontes oficiais que permitiram uma avaliação precisa e confiável das oportunidades de substituição energética no Estado do Paraná:

- Energia elétrica: os dados de consumo para o mercado cativo e livre⁶ foram obtidos da base de dados de 2022 do Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social (Ipardes), que se baseou nas informações disponibilizadas pela Companhia Paranaense de Energia (Copel);

⁶ A partir do Anuário Estatístico do Paraná 2022, disponibilizado pelo Ipardes, Tabela 2.1.1. - Consumo e Número de consumidores de Energia Elétrica, segundo classes e municípios do Paraná - 2022.

- Óleo Diesel: as informações sobre o consumo de óleo diesel foram extraídas da base de 2022 da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), que se refere às vendas de derivados de petróleo e biocombustíveis;
- Gás Liquefeito de Petróleo (GLP): as informações sobre o consumo de GPL também foram extraídas da base de 2022 da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), que se refere às vendas de derivados de petróleo e biocombustíveis;
- Gás Natural (GN): as informações sobre o consumo de GN também foram extraídas da base de 2022 da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), que se refere às vendas de derivados de petróleo e biocombustíveis;
- Lenha: os dados relativos ao consumo de lenha⁷ foram extraídos da base de dados de 2022 do Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social (IparDES). Como as informações disponíveis tratavam da produção extrativa vegetal de lenha no Estado do Paraná, discriminadas por municípios, foi necessário estabelecer uma premissa metodológica. Considerou-se que toda a produção de lenha é consumida dentro do Estado, apoiando-se em informações históricas fornecidas pela Associação Paranaense de Empresas de Base Florestal (Apre) para os anos de 2017/2018. Com base nessa premissa, assumiu-se que o local de produção também representa o local de consumo.

Além desses dados, foi analisado o uso atual de biogás e biometano em plantas operacionais:

- Uso do biogás em plantas operacionais: os dados foram obtidos a partir da base de 2022 do *Biogasmapp*, disponibilizado pelo CIBiogás.

⁷ A partir do Anuário Estatístico do Paraná 2022, disponibilizado pelo IPARDES, Tabela 4.2.14 - Produção extrativa vegetal, segundo os municípios do Paraná.

4.2 PREMISSAS ADOTADAS PARA OS FATORES DE CONVERSÃO

Para a definição dos fatores de conversão por tipo de combustível, foram considerados o poder calorífico inferior (PCI) (expresso em kcal) e a quantidade de massa (em kg, m³ ou L). Estes valores fundamentam os resultados apresentados nas Tabelas 5 e 6.

Tabela 5: Poder Calorífico Inferior dos Combustíveis

Tipo de combustível	PCI	Unidade
Diesel	9.159	kcal/L
GLP	11.750	kcal/kg
GN	9.400	kcal/m ³
Lenha	2.400	kcal/kg
Biometano	8.365	kcal/m ³

Fonte: ANP, 2022b; Coopergas, 2024; Ecoverden, 2024.

Tabela 6: Fatores de Conversão por Combustível

Tipo de combustível	Fator de conversão
Biometano para Diesel	0,91
Biometano para GLP	0,71
Biometano para GN	0,89
Biometano para Lenha	3,49

Elaborado pela equipe Fipe.

Além dos fatores de conversão para os diferentes tipos de combustível analisados, para a avaliação da demanda de biogás, foi considerada a concentração mínima de metano no biometano, que é de 90% conforme especificado pela Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP, 2022b). Adicionalmente, o fator de metano para o biogás foi estipulado em 60%.

4.3 RESULTADOS DA DEMANDA DE BIOGÁS E BIOMETANO NO ESTADO DO PARANÁ

Os resultados a seguir abordam a demanda de 2022 para os seguintes insumos energéticos: energia elétrica (MWh/ano), óleo diesel (L/ano), gás liquefeito de petróleo (GLP) (kg/ano), gás natural (GN) (m³/ano) e lenha (kg). As análises realizadas por insumos energéticos consideram a disponibilidade de biogás de forma independente e não acumulativa. Os dados são apresentados de forma segmentada por mesorregiões e, no Apêndice I, são detalhados por municípios do Estado do Paraná.

4.3.1 Energia Elétrica

O consumo de energia elétrica em MWh/ano no Estado do Paraná foi segmentado por mesorregiões, conforme apresentado na Tabela 7. Com base nessas informações e nas premissas estabelecidas na subseção 4.1 Metodologia e na subseção 4.2 Premissas Adotadas para os Fatores de Conversão, calculou-se o volume de biogás necessário para suprir essa demanda, caso ocorra a substituição, em um cenário hipotético, do atual consumo por esse energético, também disponibilizado na Tabela 7.

Tabela 7: Demanda de Energia Elétrica em MWh/ano no Paraná

Mesorregiões	Demanda energética		
	Energia elétrica (MWh/ano)	Biogás necessário (Nm ³ /ano)	Percentual
Centro Ocidental Paranaense	915.379	437.206.619	2,82%
Centro Oriental Paranaense	3.305.238	1.578.658.992	10,19%
Centro-Sul Paranaense	1.332.415	636.392.577	4,11%
Metropolitana de Curitiba	10.472.036	5.001.689.013	32,29%
Noroeste Paranaense	1.940.535	926.844.758	5,98%
Norte Central Paranaense	5.939.780	2.836.977.369	18,32%
Norte Pioneiro Paranaense	1.131.573	540.465.491	3,49%
Oeste Paranaense	4.759.884	2.273.431.790	14,68%
Sudeste Paranaense	1.042.336	497.844.065	3,21%
Sudoeste Paranaense	1.591.618	760.193.766	4,91%
Total	32.430.794	15.489.704.440	100%

Fonte: Elaborado pela equipe Fipe.

Ademais, a partir do Produto 2 – Diagnóstico do Cenário Jurídico Atual do Estado e de Expectativas, foram delineados dois cenários para análise, considerando o potencial produtivo estimado para biogás: o Cenário 1, considerado conservador; e o Cenário 2, considerado agressivo (ambos fazem referência aos resultados previamente apresentados no Produto 2). A análise comparativa entre oferta (potencial produtivo estimado de biogás, com base no Produto 2, Cenários 1 e 2) e demanda por energético, está apresentada na Tabela 8.

Tabela 8: Oferta de Biogás x Demanda de Energia Elétrica em MWh/ano no Paraná

Mesorregiões	Cenário 1	Cenário 2
	Atendimento (%)	
Centro Ocidental Paranaense	69%	98%
Centro Oriental Paranaense	21%	29%
Centro-Sul Paranaense	Atende mais que 100% da demanda	
Metropolitana de Curitiba	7%	10%
Noroeste Paranaense	Atende mais que 100% da demanda	Atende mais que 100% da demanda
Norte Central Paranaense		
Norte Pioneiro Paranaense		
Oeste Paranaense	36%	48%
Sudeste Paranaense	51%	75%
Sudoeste Paranaense	77%	Atende mais que 100% da demanda

Elaborado pela equipe Fipe.

4.3.2 Óleo Diesel (L/ano)

O consumo de óleo diesel em L/ano no Estado do Paraná foi segmentado por mesorregiões, conforme apresentado na Tabela 9. Com base nessas informações e nas premissas estabelecidas na subseção 4.1 Metodologia e na subseção 4.2 Premissas Adotadas para os Fatores de Conversão, calculou-se o volume de biogás necessário para suprir essa demanda, caso ocorra a substituição do atual consumo por esse energético, em um cenário hipotético, também disponibilizado na Tabela 9.

Tabela 9: Demanda de Óleo Diesel em L/ano no Paraná

Mesorregiões	Demanda energética		
	Óleo Diesel (L/ano)	Biogás necessário (Nm ³ /ano)	Percentual
Centro Ocidental Paranaense	218.390.500	358.670.958	3,70%
Centro Oriental Paranaense	641.576.729	1.053.685.669	10,88%
Centro-Sul Paranaense	285.017.148	468.094.416	4,83%
Metropolitana de Curitiba	1.824.388.799	2.996.262.558	30,93%
Noroeste Paranaense	364.813.598	599.147.136	6,19%
Norte Central Paranaense	917.707.665	1.507.185.923	15,56%
Norte Pioneiro Paranaense	320.212.550	525.897.152	5,43%
Oeste Paranaense	614.926.665	1.009.917.263	10,43%
Sudeste Paranaense	365.645.202	600.512.911	6,20%
Sudoeste Paranaense	345.380.926	567.232.126	5,86%
Total	5.898.059.782	9.686.606.112	100%

Elaborado pela equipe Fipe.

Além disso, foi realizada uma análise comparativa entre oferta (potencial produtivo estimado de biogás, com base no Produto 2, Cenários 1 e 2) e demanda por energético, conforme apresentada na Tabela 10.

Tabela 10: Oferta de Biogás x Demanda de Óleo Diesel em L/ano no Paraná

Mesorregiões	Cenário 1	Cenário 2
	Atendimento (%)	
Centro Ocidental Paranaense	84%	Atende mais que 100% da demanda
Centro Oriental Paranaense	32%	43%
Centro-Sul Paranaense	Atende mais que 100% da demanda	Atende mais que 100% da demanda
Metropolitana de Curitiba	12%	18%
Noroeste Paranaense	Atende mais que 100% da demanda	Atende mais que 100% da demanda
Norte Central Paranaense		
Norte Pioneiro Paranaense		
Oeste Paranaense	80%	
Sudeste Paranaense	42%	62%
Sudoeste Paranaense	Atende mais que 100% da demanda	Atende mais que 100% da demanda

Elaborado pela equipe Fipe.

4.3.3 GLP (kg/ano)

O consumo de GLP em kg/ano no Estado do Paraná foi segmentado por mesorregiões, conforme apresentado na Tabela 11. Com base nessas informações e nas premissas estabelecidas na subseção 4.1 Metodologia e na subseção 4.2 Premissas Adotadas para os Fatores de Conversão, calculou-se o volume de biogás necessário para suprir essa demanda, caso ocorra a substituição do atual consumo por esse energético, em um cenário hipotético, também disponibilizado na Tabela 11.

Tabela 11: Demanda de GLP em kg/ano no Paraná

Mesorregiões	Demanda energética		
	GLP (kg/ano)	Biogás necessário (Nm ³ /ano)	Percentual
Centro Ocidental Paranaense	14.829.903	31.245.724	2,79%
Centro Oriental Paranaense	73.524.860	154.912.508	13,85%
Centro-Sul Paranaense	20.147.455	42.449.490	3,79%
Metropolitana de Curitiba	195.735.492	412.403.041	36,86%
Noroeste Paranaense	22.625.872	47.671.367	4,26%
Norte Central Paranaense	104.625.453	220.439.608	19,70%
Norte Pioneiro Paranaense	14.111.990	29.733.124	2,66%
Oeste Paranaense	47.214.834	99.478.847	8,89%
Sudeste Paranaense	17.023.192	35.866.853	3,21%
Sudoeste Paranaense	21.139.688	44.540.065	3,98%
Total	530.978.739	1.118.740.626	100,00%

Elaborado pela equipe Fipe.

Além disso, foi realizada uma análise comparativa entre oferta (potencial produtivo estimado de biogás, com base no Produto 2, Cenários 1 e 2) e demanda por energético, conforme apresentada na Tabela 12.

Tabela 12: Oferta de Biogás x Demanda de GLP em kg/ano no Paraná

Mesorregiões	Cenário 1	Cenário 2
	Atendimento (%)	
Centro Ocidental Paranaense	Atende mais que 100% da demanda	Atende mais que 100% da demanda
Centro Oriental Paranaense		
Centro-Sul Paranaense		
Metropolitana de Curitiba	87%	
Noroeste Paranaense	Atende mais que 100% da demanda	
Norte Central Paranaense		
Norte Pioneiro Paranaense		
Oeste Paranaense		
Sudeste Paranaense		
Sudoeste Paranaense		

Elaborado pela equipe Fipe.

4.3.4 GN (m³/ano)

Os dados sobre o consumo de GN no Estado do Paraná estão disponíveis exclusivamente em nível estadual, conforme apresentado na Tabela 13. Em contraste com as informações de consumo para outras fontes energéticas, não há dados públicos segmentados por mesorregiões e municípios.

Com base nestes dados de GN e nas premissas estabelecidas na subseção 4.1 Metodologia e na subseção 4.2 Premissas Adotadas para os Fatores de Conversão, calculou-se o volume de biogás necessário para suprir essa demanda, caso ocorra a substituição do atual consumo por esse energético, em um cenário hipotético, também disponibilizado na Tabela 13.

Tabela 13: Demanda de GN em m³/ano no Paraná

Estado	Demanda energética	
	Gás Natural (m ³ /ano)	Biogás necessário (Nm ³ /ano)
Paraná	428.812.848	722.786.536

Elaborado pela equipe Fipe.

4.3.5 Lenha (kg/ano)

O consumo de lenha em kg/ano no Estado do Paraná foi segmentado por mesorregiões, conforme apresentado na Tabela 14. Com base nessas informações e nas premissas estabelecidas na subseção 4.1 Metodologia e na subseção 4.2 Premissas Adotadas para os Fatores de Conversão, calculou-se o volume de biogás necessário para suprir essa

demanda, caso ocorra a substituição do atual consumo por esse energético, em um cenário hipotético, também disponibilizado na Tabela 14.

Tabela 14: Demanda de Lenha em kg/ano no Paraná

Mesorregiões	Demanda energética		
	Lenha (kg/ano)	Biogás necessário (Nm ³ /ano)	Percentual
Centro Ocidental Paranaense	1.950.000	839.190	0,46%
Centro Oriental Paranaense	71.550.600	30.792.073	16,70%
Centro-Sul Paranaense	36.426.000	15.676.068	8,50%
Metropolitana de Curitiba	113.106.000	48.675.598	26,40%
Noroeste Paranaense	0	0	0,00%
Norte Central Paranaense	33.000	14.202	0,01%
Norte Pioneiro Paranaense	398.400	171.453	0,09%
Oeste Paranaense	60.340.200	25.967.635	14,08%
Sudeste Paranaense	131.619.000	56.642.738	30,72%
Sudoeste Paranaense	13.065.600	5.622.831	3,05%
Total	428.488.800	184.401.788	100,00%

Elaborado pela equipe Fipe.

Além disso, foi realizada uma análise comparativa entre oferta (potencial produtivo estimado de biogás, com base no Produto 2, Cenários 1 e 2) e demanda por energético, conforme apresentada na Tabela 15.

Tabela 15: Oferta de Biogás x Demanda de Lenha em kg/ano no Paraná

Mesorregiões	Cenário 1	Cenário 2
	Atendimento (%)	
Centro Ocidental Paranaense	Atende mais que 100% da demanda	Atende mais que 100% da demanda
Centro Oriental Paranaense		
Centro-Sul Paranaense		
Metropolitana de Curitiba		
Noroeste Paranaense	N/A	N/A
Norte Central Paranaense	Atende mais que 100% da demanda	Atende mais que 100% da demanda
Norte Pioneiro Paranaense		
Oeste Paranaense		
Sudeste Paranaense		
Sudoeste Paranaense		

Elaborado pela equipe Fipe.

4.3.6 Uso do biogás em plantas operacionais (Nm³/ano)

A produção de biogás em plantas operacionais no Estado do Paraná foi segmentada por mesorregiões, conforme apresentado na Tabela 16. Segundo os dados do *Biogasmap*, considerou-se que todo o biogás produzido é consumido nas próprias plantas, já que apenas unidades produtivas com aplicações energéticas estão registradas nesse levantamento.

Tabela 16: Demanda de Biogás em Plantas Operacionais em Nm³/ano no Paraná

Mesorregiões	Demanda energética	
	Biogás produzido (Nm ³ /ano)	Percentual
Centro Ocidental Paranaense	7.650.893	4,75%
Centro Oriental Paranaense	6.453.200	4,01%
Centro-Sul Paranaense	700.800	0,44%
Metropolitana de Curitiba	43.616.836	27,11%
Noroeste Paranaense	41.126.575	25,56%
Norte Central Paranaense	12.448.246	7,74%
Norte Pioneiro Paranaense	3.061.978	1,90%
Oeste Paranaense	44.940.490	27,93%
Sudeste Paranaense	231.428	0,14%
Sudoeste Paranaense	675.343	0,42%
Total	160.905.789	100,00%

Elaborado pela equipe Fipe.

4.3.7 Consolidado

Com base nos dados de consumo, do ano de 2022, relativos à energia elétrica, óleo diesel, gás liquefeito de petróleo (GLP), lenha e a utilização de biogás em plantas operacionais, foi determinado o volume consolidado de biogás necessário para atender à demanda energética segmentada por mesorregiões no Estado do Paraná. Os resultados dessa análise estão apresentados na Tabela 17.

Tabela 17: Demanda Consolidada no Paraná (Cenário Base)

Mesorregiões	Demanda energética	
	Biogás necessário (Nm ³ /ano)	Percentual
Centro Ocidental Paranaense	835.613.384	3,14%
Centro Oriental Paranaense	2.824.502.441	10,60%
Centro-Sul Paranaense	1.163.313.350	4,37%
Metropolitana de Curitiba	8.502.647.047	31,92%
Noroeste Paranaense	1.614.789.836	6,06%
Norte Central Paranaense	4.577.065.348	17,18%
Norte Pioneiro Paranaense	1.099.329.198	4,13%
Oeste Paranaense	3.453.736.025	12,96%
Sudeste Paranaense	1.191.097.996	4,47%
Sudoeste Paranaense	1.378.264.130	5,17%
Total	26.640.358.756	100,00%

Elaborado pela equipe Fipe.

A partir dos valores obtidos na Tabela 17, foi realizada uma análise comparativa entre oferta (potencial produtivo estimado de biogás, com base no Produto 2, Cenários 1 e 2) e demanda consolidada, conforme apresentado na Tabela 18.

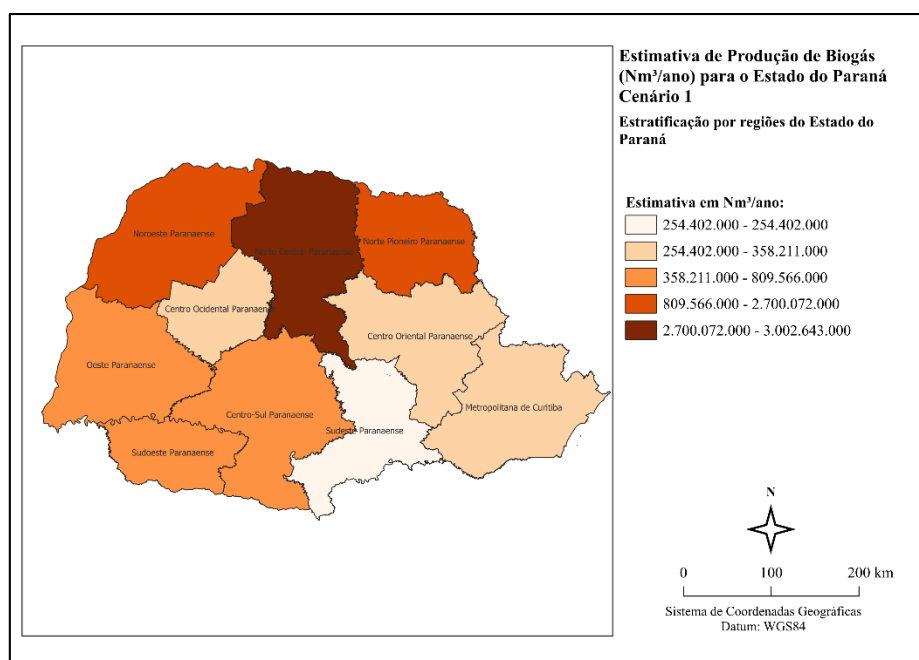
Tabela 18: Oferta de Biogás x Demanda Consolidada no Paraná (Cenário Base)

Mesorregiões	Cenário 1	Cenário 2
	Atendimento (%)	
Centro Ocidental Paranaense	36%	51%
Centro Oriental Paranaense	12%	16%
Centro-Sul Paranaense	59%	82%
Metropolitana de Curitiba	4%	6%
Noroeste Paranaense	Atende mais que 100% da demanda	Atende mais que 100% da demanda
Norte Central Paranaense	66%	99%
Norte Pioneiro Paranaense	Atende mais que 100% da demanda	Atende mais que 100% da demanda
Oeste Paranaense	23%	32%
Sudeste Paranaense	21%	31%
Sudoeste Paranaense	42%	60%

Elaborado pela equipe Fipe.

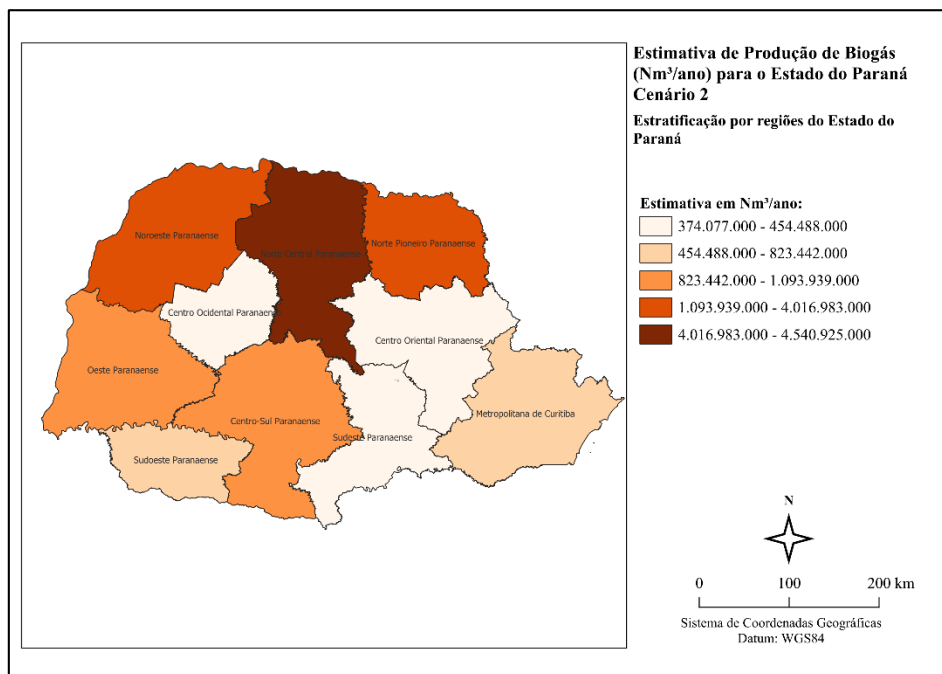
Adicionalmente, para facilitar a visualização das informações relativas à oferta e demanda energética, a Figura 3 e a Figura 4 apresentam os dados referentes à oferta de biogás no Estado do Paraná para o Cenário 1 e o Cenário 2, respectivamente, já a Figura 5 detalha as informações sobre a demanda energética no Estado, considerando o volume de biogás necessário para atender plenamente essa demanda. A Figura 6 e a Figura 7 fornecem detalhes sobre a relação entre oferta e demanda por mesorregiões, destacando o percentual da demanda que pode ser atendido com a oferta de biogás nos Cenários 1 e 2, respectivamente.

Figura 3: Estimativa de Produção de Biogás para o Estado do Paraná – Cenário 1



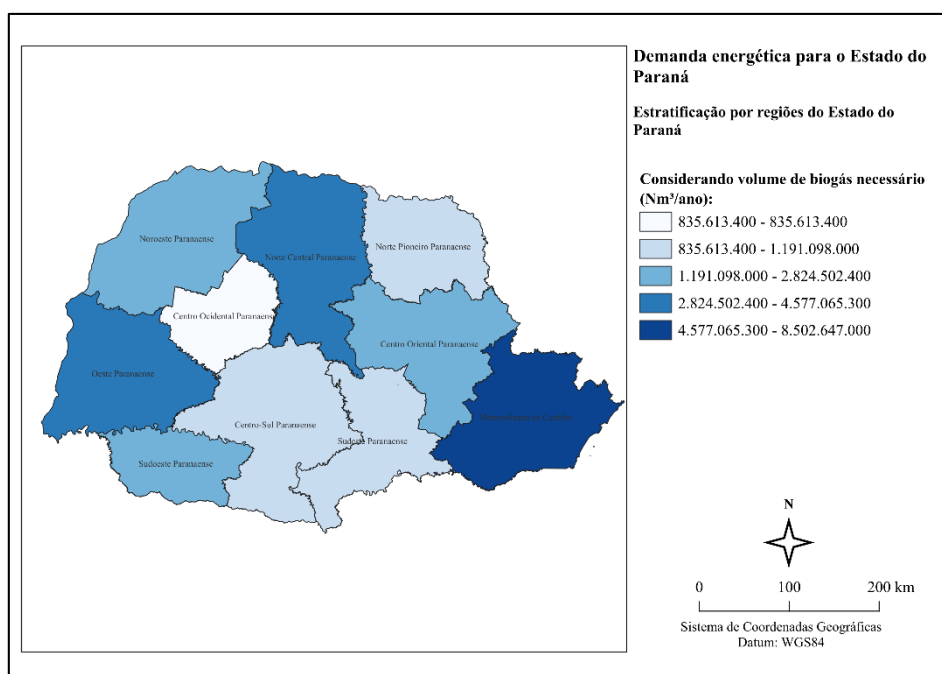
Elaborado pela equipe Fipe.

Figura 4: Estimativa de Produção de Biogás para o Estado do Paraná – Cenário 2



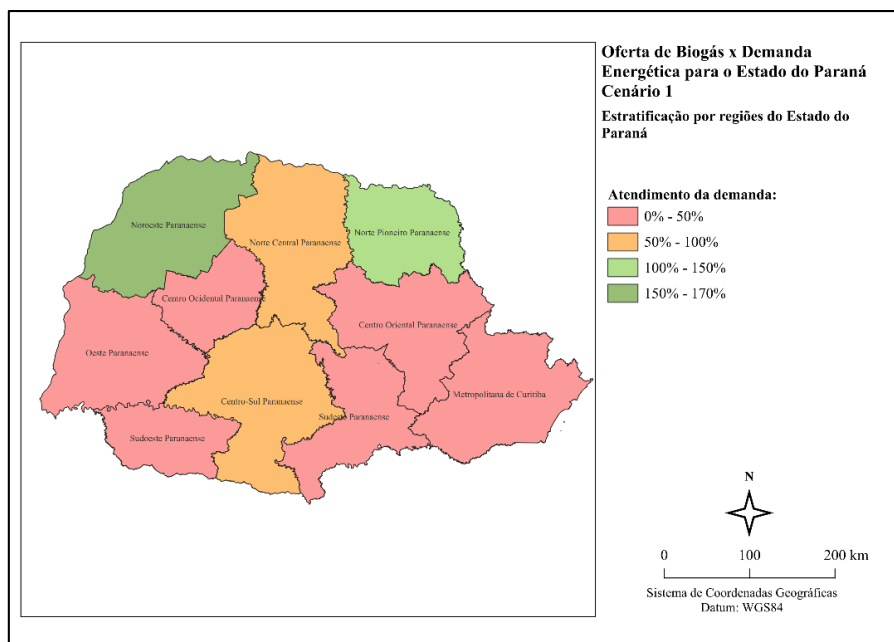
Elaborado pela equipe Fipe.

Figura 5: Demanda Energética para o Estado do Paraná



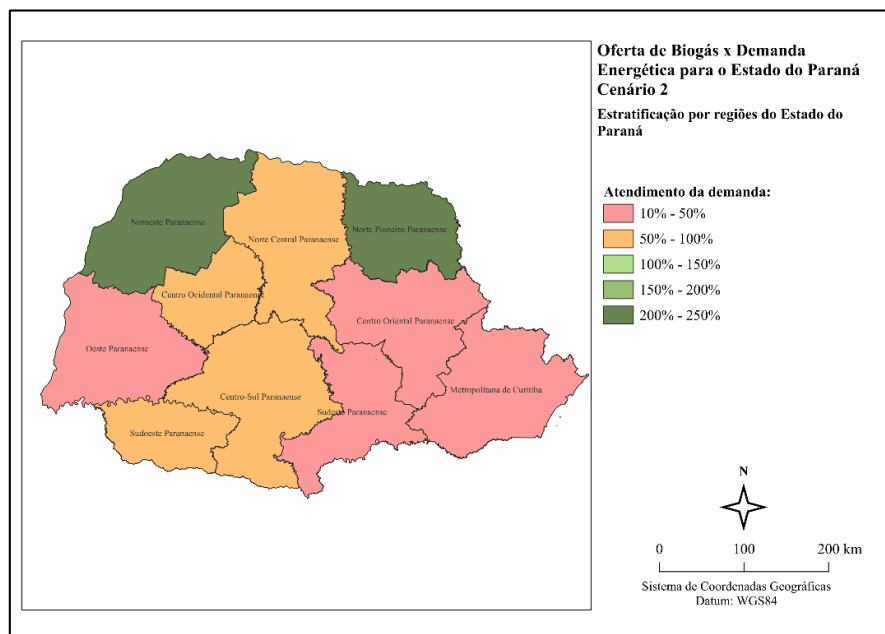
Elaborado pela equipe Fipe.

Figura 6: Oferta x Demanda Energética para o Estado do Paraná – Nível Mesorregiões – Cenário 1



Elaborado pela equipe Fipe.

Figura 7: Oferta x Demanda Energética para o Estado do Paraná – Nível Mesorregiões – Cenário 2



Elaborado pela equipe Fipe.

Notavelmente, em algumas regiões do Paraná, o potencial de oferta de biogás excede a demanda local, destacando a necessidade de desenvolver estratégias personalizadas para cada região, identificando a aplicação ideal do biogás. Para otimizar o uso do biogás, é essencial realizar uma análise detalhada que considere a oferta, a demanda e a infraestrutura disponível em cada mesorregião. Essa abordagem permitirá identificar a aplicação mais eficiente do biogás e agregar valor ao seu uso.

Uma aplicação prática dessa análise pode envolver a conversão do biogás em energia elétrica no local de produção. Isso facilitaria a distribuição da energia elétrica por meio da rede para áreas com maior demanda. No caso do biometano, a solução pode incluir o transporte do biometano comprimido ou liquefeito para regiões onde ele possa ser utilizado como combustível veicular ou para fins industriais, otimizando assim seu aproveitamento no Estado do Paraná.

Para enriquecer a análise, foi também considerado o consumo de gás natural em nível estadual. Assim, o total da demanda para biogás, conforme indicado na Tabela 18, é denominado "Cenário Base". A análise adicional, que incorpora a demanda de gás natural, é referida como "Cenário Base + GN" e está apresentada na Tabela 19.

Tabela 19: Oferta de Biogás x Demanda Consolidada no Paraná (Englobando Gás Natural)

Cenários	Biogás Necessário (Nm ³ /ano)	Cenário 1	Cenário 2
		Atendimento (%)	
Cenário Base	26.640.358.756	40%	58%
Cenário Base + GN	27.363.145.292	39%	57%

Elaborado pela equipe Fipe.

4.3.8. Projeção de Custo Nivelado de Energia (LCOE) para o biogás

De modo a estimar os custos que seriam necessários para tangibilizar o investimento necessário para suprimento da demanda energética no Estado do Paraná, a partir da substituição dos insumos energéticos tradicionais por biogás, foi criado um cenário hipotético. Esse cenário baseou-se no volume de biogás necessário, conforme indicado na Tabela 19, e adotou-se uma metodologia fundamentada em premissas sólidas e dados atualizados.

A principal referência utilizada foi o Caderno de Preços da Geração 2021, publicado pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE), que forneceu os parâmetros iniciais para o cálculo do Custo Nivelado de Energia (LCOE). Esse cálculo inclui as estimativas de custos associadas à geração de energia elétrica a partir do biogás, utilizando uma taxa de desconto de 10%, que reflete o custo de oportunidade do capital investido.

Para ajustar os custos aos valores mais atuais, foi considerada a inflação acumulada entre agosto de 2021, data da divulgação dos dados pela EPE, e julho de 2024. Essa atualização inflacionária foi crucial para garantir que os valores empregados no cálculo do LCOE reflitam as condições econômicas vigentes, permitindo uma análise mais precisa e realista da viabilidade econômica do biogás.

Assim, foram consideradas as seguintes premissas:

- Utilizou-se o Custo Nivelado de Energia (LCOE) expresso em R\$/MWh para chegar ao indicador em R\$/Nm³. Para isso, foi estimado o valor necessário de MWh com base no volume de biogás requerido, aplicando-se um fator de conversão específico. Esse procedimento permitiu a conversão dos custos de geração de energia elétrica em biogás para um valor por metro cúbico normal (Nm³) de biogás. É importante destacar que essa estimativa não implica que toda a demanda seja por energia elétrica, mas que o LCOE utilizado estava originalmente em R\$/MWh;
- Fator específico utilizado para conversão de biogás para energia elétrica: 0,0021 MWh/Nm³;
- Inflação acumulada de agosto/2021 até julho/2024: 19,61%, de acordo com a Calculadora do IPCA do IBGE (IBGE);
- LCOE mínimo (em agosto/2021): R\$ 195,00/MWh, segundo o Caderno de preços da geração de 2021;
- LCOE mínimo (corrigido pela inflação): R\$ 233,24/MWh;
- LCOE máximo (em agosto/2021): R\$ 460,00/MWh, segundo o Caderno de preços da geração de 2021; e
- LCOE máximo (corrigido pela inflação): R\$ 550,21.

Como resultado, obteve-se a faixa de valores de investimento de cerca de R\$ 13 bilhões a R\$ 31 bilhões, como apresentado na Tabela 20.

Tabela 20: Estimativa de LCOE para Suprimento Energético a Partir do Biogás

Biogás necessário (Nm ³ /ano)	Energia elétrica (MWh/ano)	Valor mínimo (corrigido pela inflação) (R\$)	Total mínimo (R\$)	Valor máximo (corrigido pela inflação) (R\$)	Total máximo (R\$)
26.640.358.756	55.776.889	233,24	13.009.373.648	550,21	30.688.778.863
27.363.145.292	57.290.212	233,24	13.362.340.297	550,21	31.521.418.136

Elaborado pela equipe Fipe.

Vale reforçar que os cálculos apresentados representam um cenário hipotético, estimado com base no estudo divulgado pela EPE. Para definição de custos de investimentos mais assertivos é necessária uma análise mais detalhada, considerando premissas como o tamanho dos projetos, substratos a serem utilizados, tecnologias a serem implementadas, entre outros fatores. Isso ocorre porque o custo de implementação de projetos de produção de biogás e biometano é altamente variável e depende de uma série de condicionantes específicas a cada projeto.

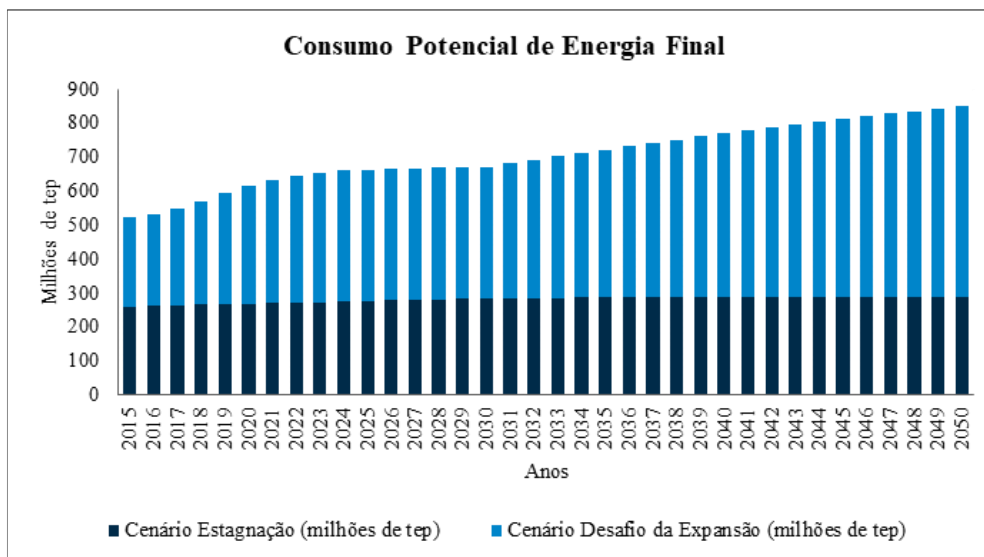
4.3.9. Projeção de consumo energético para o Estado do Paraná

Com base nos dados de projeção de energia estabelecidos pelo Plano Nacional de Energia 2050 (PNE 2050) da Empresa de Pesquisa Energética (EPE), foi estimada a projeção energética para o Estado do Paraná. A análise considerou dois cenários distintos:

- Cenário de Expansão, que apresenta uma taxa de crescimento médio de 2,2% ao ano. Nesse cenário, o consumo final de energia em 2050 será pouco mais do que o dobro do consumo registrado em 2015, com um crescimento mais acelerado nos primeiros quinze anos e uma taxa média superior a 2,5% ao ano; e
- Cenário de Estagnação, onde o crescimento do consumo final de energia é mais modesto, aumentando em pouco mais de 10% ao longo do horizonte de análise.

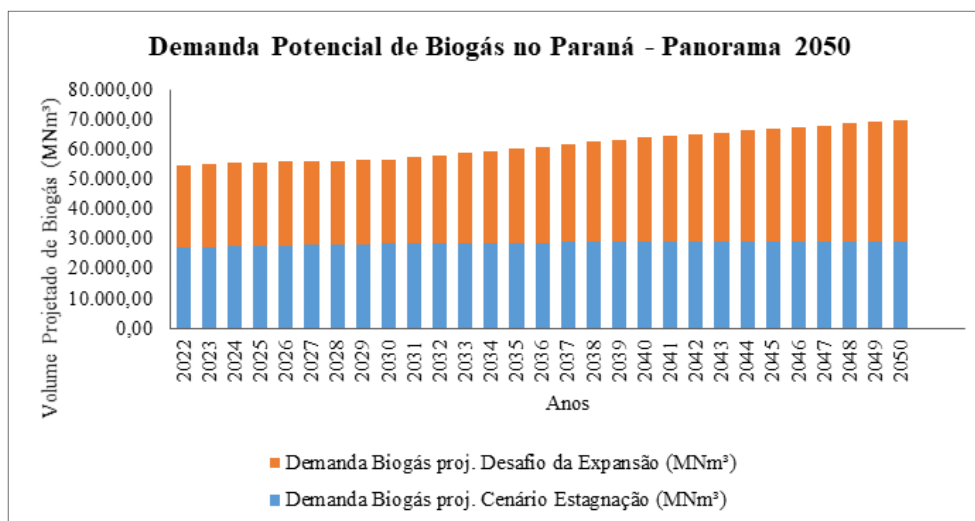
Esses cenários refletem os desafios e oportunidades para a matriz energética do Estado. A Figura 8 ilustra o consumo potencial projetado para o Brasil até 2050, enquanto a Figura 9 foca especificamente na demanda potencial de biogás no Estado do Paraná até 2050.

Figura 8: Projeção de Consumo Potencial no Brasil de Energia Final para 2050



Elaborado pela equipe Fipe.

Figura 9: Projeção de Demanda Potencial de Biogás no Paraná para 2050



Elaborado pela equipe Fipe.

Com base no cenário de projeção destacado na Figura 9, observa-se que a oferta de biogás no Cenário 1 pode atender a 26% da demanda projetada para o ano de 2050. No Cenário 2, essa oferta é capaz de suprir 38% da demanda para o mesmo horizonte de análise. Essas projeções destacam o potencial significativo do biogás como uma fonte energética alternativa e sustentável, especialmente no contexto do aumento da demanda energética no Estado do Paraná.

5. MAPEAMENTO DE INICIATIVAS DE CURTO, MÉDIO E LONGO PRAZO PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DO SETOR

Com base nas etapas de entrevistas e de mapeamento do arcabouço regulatório brasileiro relacionada à cadeia de biogás e biometano, realizadas ao longo do Produto 2 – Diagnóstico do Cenário Jurídico Atual do Estado e de Expectativas, foi possível a identificação de desafios e oportunidades relacionados à cadeia de valor de biogás e biometano do Estado do Paraná. Adicionalmente, foram verificadas melhores práticas já realizadas em outros Estados brasileiros e em países que possuem a produção de biogás e biometano já consolidada, como o Estados Unidos e países europeus (Alemanha, França, Itália, Dinamarca, Suécia, entre outros), de modo que fosse possível a identificação de ações de sucesso e a replicação de iniciativas adaptadas à realidade do Paraná.

Ao longo desta seção, serão descritas as oportunidades identificadas, com respectivos planos de ação com sugestões de responsáveis pela implementação, assim como recomendação de priorização. Primeiramente, será descrita a metodologia aplicada para desenho e priorização dos planos de ação e, em seguida, as oportunidades serão divididas entre as consideradas de curto prazo (*Quick Wins*), médio e longo prazos (Estruturantes).

Para este relatório, as iniciativas foram classificadas da seguinte forma:

- Curto prazo: aquelas com potencial de implementação em até 1 ano;
- Médio prazo: ações com previsão de implementação em até 5 anos; e
- Longo prazo, iniciativas que demandem mais de 5 anos para serem implementadas.

5.1 METODOLOGIA

Um dos objetivos gerais do presente Produto 3 – Diagnóstico do Mercado Atual de Biogás e Biometano com as Principais Oportunidades é elaborar um plano de ação com iniciativas que permitam aumentar a oferta e demanda de biogás e biometano no Estado do Paraná. De acordo com o Decreto nº 4.922/2024, que institui o Comitê de Governança dos trabalhos na integração de incentivo das cadeias do biogás e hidrogênio renovável, o

Governo do Paraná já possui 04 (quatro) grupos de trabalho focados em temas relacionados no desenvolvimento de energias renováveis e da transição energética, sendo estes:

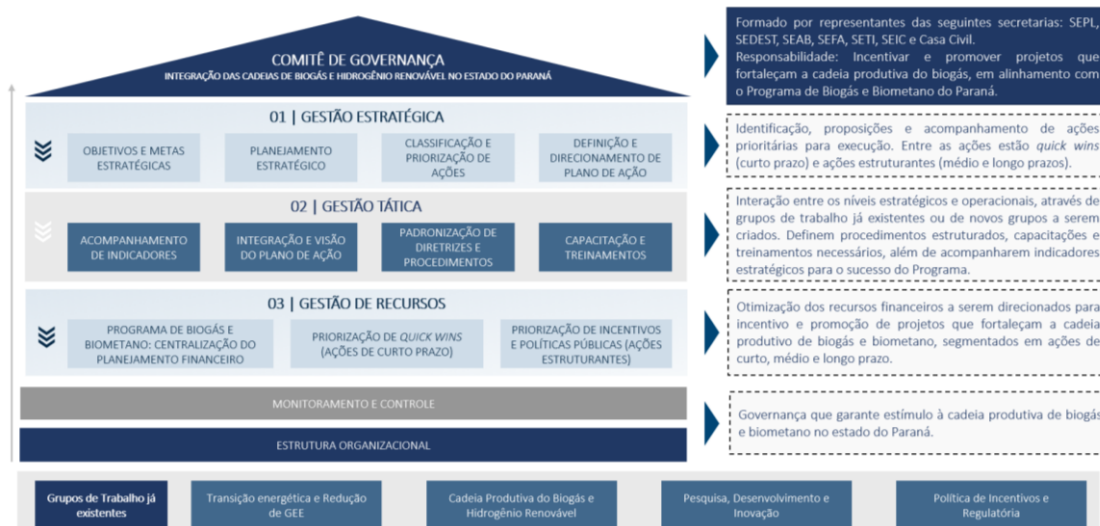
- Transição energética e Redução de Gases de Efeito Estufa (GEE);
- Cadeia Produtiva do Biogás e Hidrogênio Renovável;
- Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação; e
- Política de Incentivos e Regulatória.

Dessa forma, foram relacionados 04 (quatro) objetivos estratégicos principais a serem utilizados como norteadores para a criação do plano de ação com as oportunidades identificadas previamente, durante a elaboração do Produto 2, sendo estes:

- Apoiar o Paraná na Transição Energética e na redução da emissão dos GEE;
- Fomentar a cadeia produtiva do biogás e do hidrogênio renovável;
- Apoiar os projetos de pesquisa, desenvolvimento e inovação relacionados à transição energética; e
- Desenvolver políticas de incentivos e regulamentações que destravem valor para temas relacionados à Transição Energética.

Ainda, durante a elaboração do Produto 2, foi sugerida uma recomendação preliminar de governança para o gerenciamento e implementação das iniciativas, que consolida as Gestões: Estratégica, Tática e de Recursos, definindo papéis e responsabilidades para cada um destes níveis, conforme a Figura 10. É fundamental que cada grupo de trabalho garanta seu alinhamento em relação às definições do Comitê de Governança, assim como a sinergia e a atuação assertiva entre seus diferentes níveis de Gestão.

Figura 10: Sugestão de Modelo de Governança a ser Implementado para Monitoramento e Gerenciamento do Plano de Ação Desenhado para o Programa de Biogás e Biometano do Estado do Paraná



Elaborado pela equipe Fipe.

Assim, cada uma das oportunidades identificadas foi associada a um dos objetivos estratégicos do Estado e analisada utilizando o método 5W2H. No âmbito da gestão de projetos e planejamento estratégico, esse método se destaca como uma ferramenta essencial para a estruturação de ações, resolução de problemas e implementação de estratégias. Devido a sua objetividade, ele é amplamente utilizado em diversos setores, proporcionando clareza e direcionamento na execução de tarefas e no alcance de objetivos organizacionais.

O método 5W2H se baseia em 07 (sete) perguntas-chave, que garantem que todos os aspectos essenciais de uma tarefa ou projeto sejam considerados e adequadamente documentados. As letras que compõem o acrônimo 5W2H referem-se a:

- **What** – O que será feito? (Iniciativa a ser realizada);
- **Why** – Por que será feito? (Fragilidade a ser solucionada com a iniciativa);
- **Where** – Onde será feito? (Qual esfera a ser atingida pela iniciativa);
- **When** – Quando será feito? (Qual o prazo para implementação da iniciativa);
- **Who** – Por quem será feito? (Qual grupo de trabalho será o responsável pela implementação);

- How – Como será feito? (Quais etapas precisam ser seguidas para a implementação da iniciativa); e
- How much – Quanto custará fazer? (Qual o impacto financeiro para o governo pela implementação).

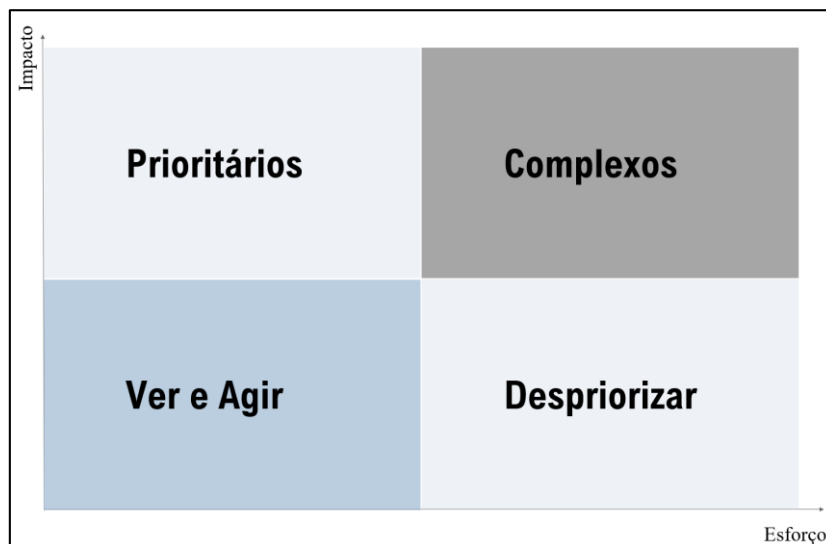
Adicionalmente, as iniciativas foram segregadas em: *Quick Wins* (iniciativas que podem ser implementadas e geram resultados já no curto prazo) e Estruturantes (iniciativas que demandam maior esforço e/ou burocracias e geram resultado no médio e longo prazo).

No processo de gestão estratégica e execução de planos de ação, a priorização das iniciativas é um desafio crucial. Sendo assim, para a definição da priorização das iniciativas, foi aplicada a metodologia de Esforço e Impacto, que apoia na identificação de ações que terão maior probabilidade de gerar resultados significativos, auxiliando na tomada de decisões. Nessa metodologia são considerados dois fatores principais:

- Esforço para execução da iniciativa: representa o grau de dificuldade, recursos ou tempo necessários para a implementação de uma iniciativa; e
- Impacto na cadeia de valor: refere-se ao potencial que a iniciativa tem de gerar resultados positivos ou de contribuir significativamente para os objetivos organizacionais.

Tanto o Esforço como o Impacto foram classificados em três níveis: alto, médio e baixo. Posteriormente, foram avaliados individualmente e realizados ajustes finos, que permitiram que cada uma das iniciativas fosse plotada na matriz definida pela metodologia, que relaciona ambos os fatores e permite a classificação e priorização de cada uma das ações, conforme demonstrado na Figura 11.

Figura 11: Matriz de Impacto *versus* Esforço



Elaborado pela equipe Fipe.

As categorias consideradas na Figura 11, referem-se à:

- **Prioritários**: Planos de Ação que demandam baixos esforços e resultam em altos impactos devem ser os primeiros a serem realizados;
- **Ver e Agir**: Ações de baixo esforço e baixo a médio impacto, devendo ser avaliadas e colocadas em implementação, assim que possível;
- **Complexos**: Planos de Ação que resultem em altos impactos, mas demandam de alto esforço, devendo ser analisados e planejados com maior cautela antes da sua implementação; e
- **Despriorizar**: Iniciativas que resultem em baixos impactos e demandam alto esforço não devem ser priorizadas inicialmente, podendo ser avaliadas em momentos futuros.

Ainda que a metodologia permita uma rápida classificação e priorização das iniciativas mapeadas, o time de pesquisadores da Fipe realizou uma análise crítica sobre o mapeamento completo. Com base nessa análise, foi recomendada a priorização de iniciativas que, apesar de exigirem maior esforço e/ou se enquadrem como iniciativas de médio a longo prazo, são fundamentais para destravar valor e fomentarem o desenvolvimento do setor. Dessa forma, as ações foram divididas em três etapas, de acordo com a recomendação resultante do estudo, sendo:

1. Quick Wins: Ações de curto prazo que devem ser priorizadas imediatamente;
2. Onda 1: Ações de médio a longo prazo que devem ser iniciadas o quanto antes, pois são fundamentais para desbloquear valor no setor; e
3. Onda 2: Ações que, embora não sejam essenciais, podem contribuir para o setor ou envolvem um processo de implementação mais complexo.

Na Tabela 21 encontra-se o consolidado de iniciativas mapeadas, classificadas de acordo com seu tipo (*Quick Wins* ou Estruturantes) e os respectivos objetivos estratégicos atrelados.

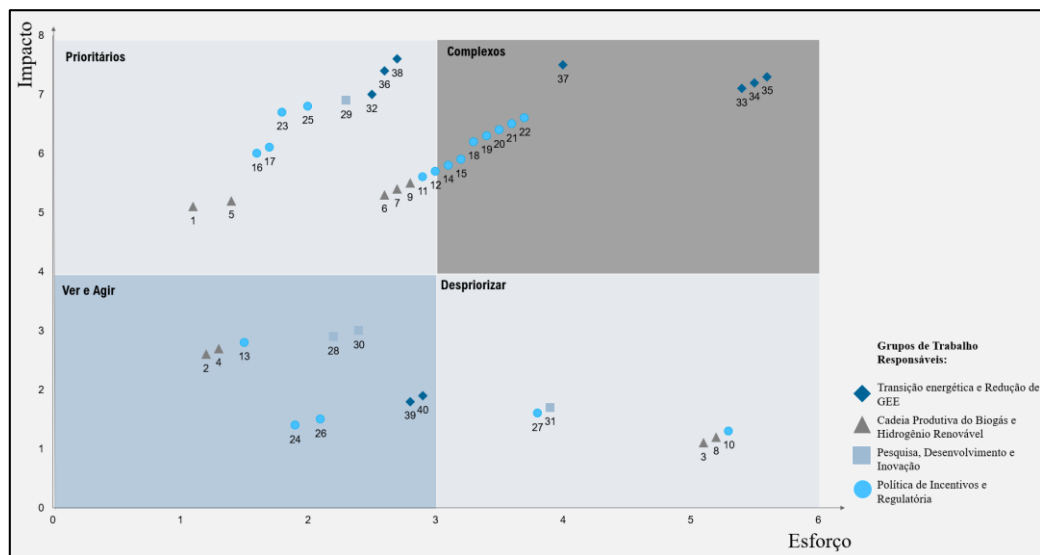
Tabela 21: Quantidades de Planos de Ação Relacionados aos Objetivos Estratégicos por Categoria

Categoria	Objetivos estratégicos	Total
<i>Quick Wins</i>	Apoiar o Paraná na Transição Energética e na redução da emissão dos GEE	5
	Fomentar a cadeia produtiva do biogás e do hidrogênio renovável	4
	Desenvolver políticas de incentivos e regulamentações que destravem valor para temas relacionados à Transição Energética	4
	Apoiar os projetos de pesquisa, desenvolvimento e inovação relacionados à transição energética	3
Estruturante	Desenvolver políticas de incentivos e regulamentações que destravem valor para temas relacionados à Transição Energética	13
	Fomentar a cadeia produtiva do biogás e do hidrogênio renovável	6
	Apoiar o Paraná na Transição Energética e na redução da emissão dos GEE	4
	Apoiar os projetos de pesquisa, desenvolvimento e inovação relacionados à transição energética	1
Total		40

Elaborado pela equipe Fipe.

A Figura 12 apresenta a matriz de priorização das iniciativas, enquanto a Tabela 22 lista os números e nomes das iniciativas, permitindo a análise e correspondência entre os itens ilustrados na Figura 12.

Figura 12: Matriz de Priorização das Iniciativas



Elaborado pela equipe Fipe.

Tabela 22: Descrição das Iniciativas

#	Iniciativa
1	Criação de certificações de capacitações
2	Disponibilização de cartilhas para capacitação de cada um dos elos da cadeia de valor (com <i>cases</i> de valor)
3	Precificação dos custos (socioambientais e econômicos) atrelados ao consumo de combustíveis fósseis
4	Disseminação de informações sobre créditos de carbono e demais créditos verdes para projetos de biogás/biometano
5	Disseminação de modelos de negócios e <i>cases</i> de sucesso no setor de biogás e biometano
6	Disponibilização de treinamentos técnicos e profissionais aos atores envolvidos na cadeia de valor de biogás/biometano
7	Disponibilização de capacitações direcionadas aos responsáveis pelas liberações de linhas de financiamento/crédito de projetos de biogás e biometano
8	Criação de campanha de separação e coleta pública de lixo orgânico destinado à produção de biogás
9	Incentivos à formação de cooperativas de agricultores e pequenos produtores para a produção conjunta de biogás e biometano a partir de resíduos/efluentes do setor agropecuário
10	Permissão da utilização de carcaças para produção de biogás
11	Criação de regras específicas para licenciamento ambiental dos projetos de biogás
12	Criação de regulamentações específicas e exclusivas ao biogás e biometano
13	Criação de subsídios/redução de impostos com prazos definidos para cadeia de biogás/biometano
14	Criação de linhas de financiamento/créditos exclusivas para projetos de biogás/biometano
15	Criação de fundo garantidor para projetos de produção de biogás e biometano de pequeno porte
16	Expansão/Revisão do Programa RenovaPR
17	Atualização do Descomplica Paraná, com foco no setor de biogás e biometano
18	Fomento às chamadas públicas para aquisição de energia elétrica a biogás (Decreto nº 5.163/2004)
19	Estabelecimento de tarifas e preços mínimos para o biometano que for adicionado ao gás canalizado
20	Criação de regulamentação para oportunizar <i>swap</i> operacional/contratual e definir as regras a serem aplicadas
21	Criação de regras para o mercado livre de gás natural/biometano
22	Estabelecimento de isenção de ICMS nas aquisições de equipamentos (nacionais) para projetos de biogás e biometano
23	Permissão a utilização de créditos de ICMS para empresas no geral, possíveis investidores na cadeia de biogás e biometano

#	Iniciativa
24	Criação de incentivos específicos para empresas que implementam soluções de tratamento de resíduos visando a produção de biogás
25	Criação de incentivos à distribuição do biometano
26	Criação de benefícios não financeiros para veículos/frotas movidas a GN/biometano
27	Criação de benefícios fiscais/ financeiros para veículos/frotas movidas a GN/biometano
28	Criação de Selo Verde para empresas que consumam majoritariamente biogás e biometano em suas atividades
29	Estabelecimento de agendas para <i>matchmaking</i> , rodadas de negócios e fóruns de investimento direcionados ao setor de biogás e biometano
30	Estabelecimento de parcerias público-privadas para o desenvolvimento da cadeia produtiva de biogás e biometano
31	Criação de incentivos para testar primeira frota a hidrogênio renovável (H2R) produzido por biogás/biometano e compará-la a outros tipos de H2R
32	Centralização da governança de transição energética no Estado
33	Estabelecimento de metas para consumo próprio de biogás e biometano (energia elétrica e combustível veicular)
34	Estabelecimento de metas para uso de biometano em frotas destinadas a transporte público escolar, coleta de lixo, entre outros
35	Estabelecimento de metas de recuperação de efluentes/resíduos destinados a biodigestores para a Sanepar
36	Acompanhamento do cumprimento de metas de biometano a serem injetadas na rede de distribuição da Compagas
37	Definição de estratégia de comunicação relacionada aos benefícios socioambientais e econômicos atrelados ao mercado de biogás/biometano do Estado
38	Definição de estratégia de comunicação interna e externa para iniciativas de fomento ao mercado de biogás/biometano do Estado
39	Disponibilização de dados organizados sobre o setor de biogás e biometano
40	Promover a divulgação de informações sobre o setor de biogás e biometano em português e inglês

Elaborado pela equipe Fipe.

No decorrer da subseção 5.2 estão descritas as iniciativas identificadas como *Quick Wins*, enquanto as iniciativas de médio e longo prazos estão descritas na subseção 5.3. O mapeamento completo das iniciativas está disponível no Apêndice II.

5.2 IDENTIFICAÇÃO DE OPORTUNIDADES DE CURTO PRAZO (*QUICK WINS*) PARA O GOVERNO E AÇÕES RECOMENDADAS

Nesta subseção, serão descritas as iniciativas classificadas como *Quick Wins*, ou seja, aquelas de fácil implementação que podem gerar resultados significativos para a cadeia de valor no curto prazo. O detalhamento completo de cada iniciativa, incluindo o passo a passo para sua implementação, está disponível no Apêndice II.

Embora todas as iniciativas possam ser classificadas como *Quick Wins*, foi utilizada a metodologia de priorização através do método de Esforço e Impacto, de modo que as ações de curto prazo pudessem ser categorizadas de acordo com sua relevância. Por conta de as iniciativas resultarem em impactos no curto prazo, todas foram classificadas como

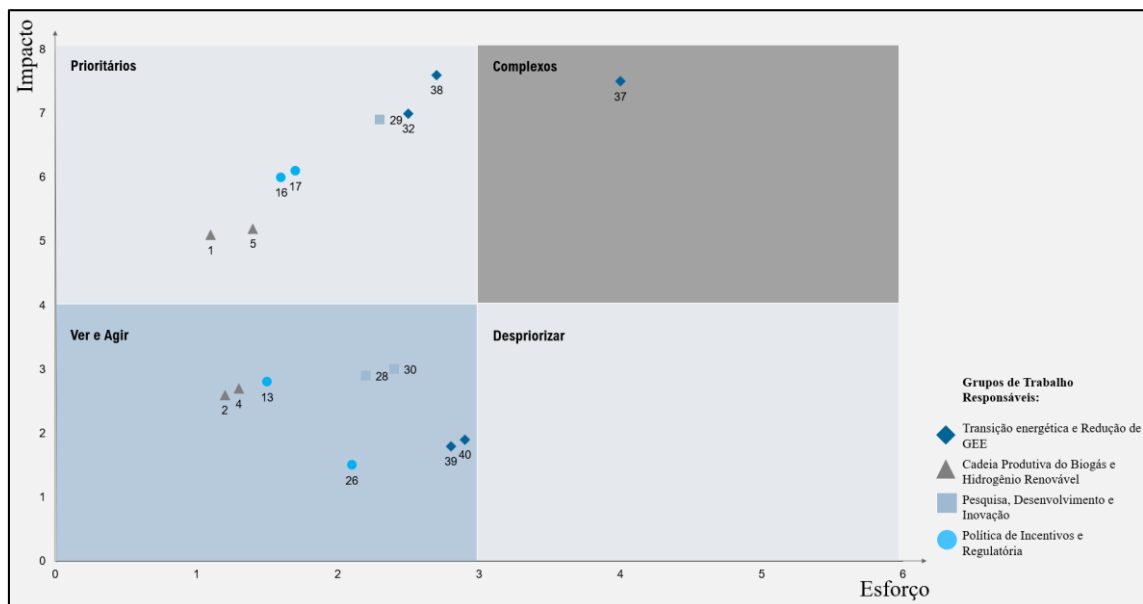
prioritárias (*Quick Wins*) pela equipe técnica, conforme indicado na Tabela 23, na Figura 13 (sendo possível analisar os números e nomes das iniciativas a partir da Tabela 24).

Tabela 23: Classificação das Iniciativas de Acordo com a Recomendação da Equipe Técnica e a Priorização da Metodologia de Esforço e Impacto

Priorização	Iniciativa	Recomendação
Prioritário Alto	Criação de certificações de capacitações	<i>Quick Wins</i>
	Disseminação de modelos de negócios e <i>cases</i> de sucesso no setor de biogás e biometano	
	Expansão/Revisão do Programa RenovaPR	
	Atualização do Descomplica Paraná, com foco no setor de biogás e biometano	
	Centralização da governança de transição energética no Estado	
	Definição de estratégia de comunicação interna e externa para iniciativas de fomento ao mercado de biogás/biometano do Estado	
	Estabelecimento de agendas para <i>matchmaking</i> , rodadas de negócios e fóruns de investimento direcionados ao setor de biogás e biometano	
Prioritários/ Ver e Agir	Disponibilização de cartilhas para capacitação de cada um dos elos da cadeia de valor (com <i>cases</i> de valor)	
	Disseminação de informações sobre créditos de carbono e demais créditos verdes para projetos de biogás/biometano	
	Criação de Selo Verde para empresas que consomem majoritariamente biogás e biometano em suas atividades	
	Estabelecimento de parcerias público-privadas para o desenvolvimento da cadeia produtiva de biogás e biometano	
	Criação de subsídios/redução de impostos com prazos definidos para cadeia de biogás/biometano	
Prioritários/ Complexos	Definição de estratégia de comunicação relacionada aos benefícios socioambientais e econômicos atrelados ao mercado de biogás/biometano do Estado	
Ver e Agir	Criação de benefícios não financeiros para veículos/frotas movidas a GN/biometano	
	Disponibilização de dados organizados sobre o setor de biogás e biometano	
	Promover a divulgação de informações sobre o setor de biogás e biometano em português e inglês	

Elaborado pela equipe Fipe.

Figura 13: Matriz de Priorização das Iniciativas de Quick Wins



Elaborado pela equipe Fipe.

Tabela 24: Descrição das Iniciativas de Quick Wins

#	Iniciativa
1	Criação de certificações de capacitações
2	Disponibilização de cartilhas para capacitação de cada um dos elos da cadeia de valor (com <i>cases</i> de valor)
4	Disseminação de informações sobre créditos de carbono e demais créditos verdes para projetos de biogás/biometano
5	Disseminação de modelos de negócios e <i>cases</i> de sucesso no setor de biogás e biometano
13	Criação de subsídios/redução de impostos com prazos definidos para cadeia de biogás/biometano
16	Expansão/Revisão do Programa RenovaPR
17	Atualização do Descomplica Paraná, com foco no setor de biogás e biometano
26	Criação de benefícios não financeiros para veículos/frotas movidas a GN/biometano
28	Criação de Selo Verde para empresas que consomem majoritariamente biogás e biometano em suas atividades
29	Estabelecimento de agendas para <i>matchmaking</i> , rodadas de negócios e fóruns de investimento direcionados ao setor de biogás e biometano
30	Estabelecimento de parcerias público-privadas para o desenvolvimento da cadeia produtiva de biogás e biometano
32	Centralização da governança de transição energética no Estado
37	Definição de estratégia de comunicação relacionada aos benefícios socioambientais e econômicos atrelados ao mercado de biogás/biometano do Estado
38	Definição de estratégia de comunicação interna e externa para iniciativas de fomento ao mercado de biogás/biometano do Estado
39	Disponibilização de dados organizados sobre o setor de biogás e biometano
40	Promover a divulgação de informações sobre o setor de biogás e biometano em português e inglês

Elaborado pela equipe Fipe.

5.2.1 Principais conclusões

De acordo com as percepções identificadas durante a execução do Produto 2, foi verificado que iniciativas simples, de baixo custo e esforço de implementação podem ser realizadas e tendem a gerar um impacto significativo na cadeia de valor. Nesta subseção as iniciativas estão caracterizadas de acordo com suas esferas temáticas. No caso das iniciativas de *Quick Wins*, estas estão segregadas nas esferas: Educacional/Formativa e Estratégica, conforme Tabela 25. O detalhamento do plano de ação e demais informações de cada iniciativa podem ser verificado no Apêndice II, ao longo das seções serão abordadas apenas as principais conclusões.

Tabela 25: Iniciativas Classificadas por Esferas

Iniciativas por Esfera	Quantidade
Educacional/Formativa	
Criação de certificações de capacitações	4
Disponibilização de cartilhas para capacitação de cada um dos elos da cadeia de valor (com <i>cases</i> de valor)	
Disseminação de informações sobre créditos de carbono e demais créditos verdes para projetos de biogás/biometano	
Disseminação de modelos de negócios e cases de sucesso no setor de biogás e biometano	
Estratégica	
Atualização do Descomplica Paraná, com foco no setor de biogás e biometano	12
Centralização da governança de transição energética no Estado	
Criação de benefícios não financeiros para veículos/frotas movidas a GN/biometano	
Criação de Selo Verde para empresas que consumam majoritariamente biogás e biometano em suas atividades	
Criação de subsídios/redução de impostos com prazos definidos para cadeia de biogás/biometano	
Definição de estratégia de comunicação interna e externa para iniciativas de fomento ao mercado de biogás/biometano do Estado	
Definição de estratégia de comunicação relacionada aos benefícios socioambientais e econômicos atrelados ao mercado de biogás/biometano do Estado	
Disponibilização de dados organizados sobre o setor de biogás e biometano	
Estabelecimento de parcerias público-privadas para o desenvolvimento da cadeia produtiva de biogás e biometano	
Expansão/Revisão do Programa RenovaPR	
Estabelecimento de agendas para <i>matchmaking</i> , rodadas de negócios e fóruns de investimento direcionados ao setor de biogás e biometano	
Promover a divulgação de informações sobre o setor de biogás e biometano em português e inglês	
Total	16

Elaborado pela equipe Fipe.

5.2.1.1 Educacional/Formativa

Uma das principais fragilidades identificadas pelo setor foi a falta de capacitação da cadeia como um todo: produtores, fornecedores, consumidores, agentes liberadores de crédito, agentes responsáveis pelo licenciamento ambiental, etc. Dessa forma, foram desenhados planos de ações que promovem: o desenvolvimento de cartilhas e materiais, que englobem, mas não se limitem a conteúdos de administração e modelos de negócios, *cases* de sucesso, benefícios socioambientais atrelados ao consumo e produção do biogás e biometano, possibilidade de geração de créditos de carbono e CBIOs, entre outras ações que visam educar e capacitar a cadeia.

As iniciativas de Esfera Educacional/Formativa definidas como *Quick Wins* referem-se à estruturação de cartilhas e materiais que dependem exclusivamente de um esforço de identificação, construção e divulgação/disponibilização de conteúdo.

A implementação desse tipo de iniciativa influencia diretamente no desenvolvimento do setor, que identifica novas oportunidades, passa a se desenvolver de maneira mais sustentável, amplia sua eficiência e é influenciado através da divulgação de *cases* de sucesso. Além disso, a capacitação da mão de obra garante o desenvolvimento das regiões e comunidades locais, aumentando a criação de empregos formais no Estado.

5.2.1.2 Estratégica

Na visão externa da equipe técnica, uma das iniciativas mais relevantes para o sucesso do Programa de Biogás e Biometano no Estado do Paraná é a centralização da governança relacionada à Transição Energética, uma vez que essa iniciativa garante a confluência das informações, facilitando uma tomada de decisões mais eficiente, além de escolhas mais claras e ágeis, reduzindo incertezas e minimizando riscos. Além disso, a governança promove transparência nas operações, através de informações claras e acessíveis, o que aumenta a confiança de investidores, governantes, da população e outras partes interessadas.

Ainda, o Estado se destaca com iniciativas como: diferimento do pagamento do imposto de ICMS nas operações de vendas de biogás e biometano realizadas internamente no Paraná, criação de crédito presumido para aquisições de biogás e biometano para empresa distribuidora de gás natural do Paraná, entre outras. A execução de uma estratégia de comunicação assertiva, comandada por uma governança robusta, pode garantir não apenas o desenvolvimento e a expansão do setor já existente no Estado, como também o apoio a atração de novos investidores e empresas de demais Estados e países, que tenderiam a se instalar no Paraná para que pudessem usufruir dos benefícios estaduais ou vir a negociar com empresas paranaenses pelo conhecimento do pioneirismo e potencial de expansão do setor no Estado.

Sendo assim, uma estratégia de governança robusta assegura que as tomadas de decisão relacionadas à Transição Energética estejam alinhadas aos objetivos estratégicos do Estado, garantindo que todos trabalhem na mesma direção, maximizando o uso dos recursos disponíveis, a sustentabilidade e o crescimento do setor a longo prazo.

Atualmente o Paraná já se destaca frente à demais Estados com a implementação de iniciativas como o RenovaPR, que apoia os produtores rurais na implantação de sistemas próprios de geração de energia, como placas solares, biogás e biometano e o Descomplica, que desburocratiza três vertentes: liberação do CNPJ e das autorizações para empresas de baixo risco em menos de 24 horas, soluções para fechamento de empresas e a instalação de um comitê permanente de desburocratização com a participação da sociedade civil. Ampliar o escopo do RenovaPR, de modo a apoiar demais produtores de biogás e biometano e o do Descomplica, focando na redução dos *lead times* críticos do processo, como a liberação de licenças ambientais para a construção e operação de plantas de biogás e biometano, pode proporcionar impactos positivos significativos na cadeia.

De modo a capturar maior atenção e investimentos de representantes estrangeiros e ou empresas multinacionais, foram sugeridas iniciativas de divulgação de informações de mercado do Estado, como dados de produção, consumo, projeções, etc. É fundamental que as informações sejam compartilhadas, minimamente, em português e inglês, de modo que atenda, também, às necessidades do público investidor estrangeiro.

Adicionalmente, foi sugerida a criação de um Selo Verde pelo Estado, para empresas produtoras e consumidoras de biogás e biometano em substituição à combustíveis fósseis. Essa iniciativa, além de colocar o Paraná como Estado pioneiro no Brasil, ainda pode garantir um *greenium* às empresas, ou seja, um prêmio verde pela produção e/ou venda de produtos com uma pegada de carbono reduzida. Cada vez mais empresas engajadas com sustentabilidade e transição energética procuram empresas com princípios e valores similares e pagam uma bonificação por produtos descarbonizados. Sendo assim, a criação do Selo Verde traria maior visibilidade para empresas que produzem e/ou vendem biogás e biometano e ao Estado, além de incentivar o consumo e a produção desses tipos de vetores energéticos.

Outro tipo de iniciativa que gera valor à cadeia e demanda um baixo esforço do governo é a formalização de parcerias com empresas privadas, além da realização de eventos, fóruns e agendas que unam diferentes empresas e representantes, ocasionando na identificação de parcerias, sinergias, oportunidades de criação de novas tecnologias, estudos, investimentos, etc.

5.3 MAPEAMENTO DE AÇÕES DE MÉDIO E LONGO PRAZOS PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DO SETOR

Nesta subseção serão descritas as iniciativas consideradas como Estruturantes, ações de médio e longo prazo que visam o desenvolvimento do setor através do apoio do governo do Estado do Paraná. Conforme descrito previamente na subseção 5.1, nesta etapa as ações foram divididas entre Onda 1 e Onda 2 pelo estudo, de modo que, além da priorização através da metodologia de Esforço e Impacto, o time de pesquisadores Fipe conseguisse calibrar os dados de acordo com os *insights* e percepções coletadas ao longo da execução do Produto 2 - Diagnóstico do Cenário Jurídico Atual do Estado e de Expectativas.

Sendo assim, iniciativas indicadas como Onda 1 são prioritárias frente às classificadas como Onda 2. A Tabela 26 e a Figura 14 (sendo possível analisar os números e nomes das iniciativas a partir da Tabela 27) apresentam, de maneira consolidada, as iniciativas

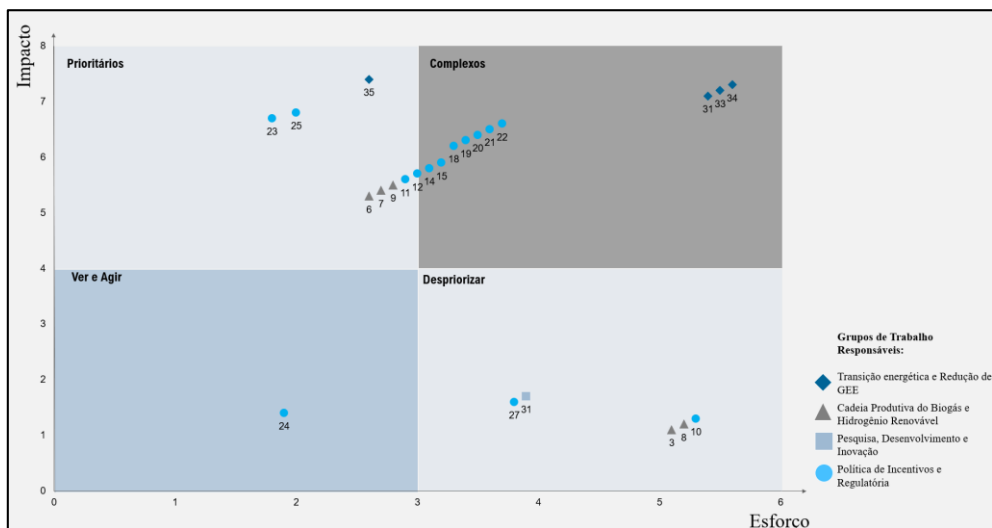
priorizadas de acordo com o método de Impacto e Esforço e com a categorização de prioridade definida pela equipe técnica.

Tabela 26: Classificação das Iniciativas de Acordo com a Recomendação da Equipe Técnica e a Priorização da Metodologia de Esforço e Impacto

Prioridade	Iniciativa	Recomendação
Prioritário Alto	Permissão a utilização de créditos de ICMS para empresas no geral, possíveis investidores na cadeia de biogás e biometano	Onda 1
	Criação de incentivos à distribuição do biometano	
	Acompanhamento do cumprimento de metas de biometano a serem injetadas na rede de distribuição da Compagas	
Prioritários/ Complexos	Disponibilização de treinamentos técnicos e profissionais aos atores envolvidos na cadeia de valor de biogás/biometano	Onda 1
	Disponibilização de capacitações direcionadas aos responsáveis pelas liberações de linhas de financiamento/crédito de projetos de biogás e biometano	
	Fomento a chamadas públicas para aquisição de energia elétrica a biogás (Decreto nº 5.163/2004)	
	Estabelecimento de tarifas e preços mínimos para o biometano que for adicionado ao gás canalizado	Onda 2
	Criação de regulamentação para oportunizar <i>swap</i> operacional/contratual e definir as regras a serem aplicadas	Onda 1
	Estabelecimento de isenção de ICMS nas aquisições de equipamentos (nacionais) para projetos de biogás e biometano	
	Incentivos a formação de cooperativas de agricultores e pequenos produtores para a produção conjunta de biogás e biometano a partir de resíduos/efluentes do setor agropecuário	
	Criação de regras específicas para licenciamento ambiental dos projetos de biogás	
	Criação de regulamentações específicas e exclusivas ao biogás e biometano	
	Criação de linhas de financiamento/créditos exclusivas para projetos de biogás/biometano	Onda 2
Criação de fundo garantidor para projetos de produção de biogás e biometano de pequeno porte		
Criação de regras para o mercado livre de gás natural/biometano		
Despriorizar	Permissão da utilização de carcaças para produção de biogás	Onda 2
	Precificação dos custos (socioambientais e econômicos) atrelados ao consumo de combustíveis fósseis	
	Criação de campanha de separação e coleta pública de lixo orgânico destinado à produção de biogás	
Ver e Agir/ Depriorizar	Criação de benefícios fiscais/financeiros para veículos/frotas movidas a GN/biometano	Onda 2
	Criação de incentivos para testar primeira frota a H2R produzido por biogás/biometano e compará-la a outros tipos de H2R	
Ver e agir	Criação de incentivos específicos para empresas que implementam soluções de tratamento de resíduos visando a produção de biogás	Onda 1
Complexos	Estabelecimento de metas para consumo próprio de biogás e biometano (energia elétrica e combustível veicular)	Onda 1
	Estabelecimento de metas para uso de biometano em frotas destinadas a transporte público escolar, coleta de lixo, entre outros	Onda 2
	Estabelecimento de metas de recuperação de efluentes/resíduos destinados a biodigestores para a Sanepar	Onda 1

Elaborado pela equipe Fipe.

Figura 14: Matriz de Priorização das Iniciativas Estruturantes



Elaborado pela equipe Fipe.

Tabela 27: Descrição das Iniciativas Estruturantes

#	Iniciativa
3	Precificação dos custos (socioambientais e econômicos) atrelados ao consumo de combustíveis fósseis
6	Disponibilização de treinamentos técnicos e profissionais aos atores envolvidos na cadeia de valor de biogás/biometano
7	Disponibilização de capacitações direcionadas aos responsáveis pelas liberações de linhas de financiamento/crédito de projetos de biogás e biometano
8	Criação de campanha de separação e coleta pública de lixo orgânico destinado à produção de biogás
9	Incentivos à formação de cooperativas de agricultores e pequenos produtores para a produção conjunta de biogás e biometano a partir de resíduos/efluentes do setor agropecuário
10	Permissão da utilização de carcaças para produção de biogás
11	Criação de regras específicas para licenciamento ambiental dos projetos de biogás
12	Criação de regulamentações específicas e exclusivas ao biogás e biometano
14	Criação de linhas de financiamento/créditos exclusivas para projetos de biogás/biometano
15	Criação de fundo garantidor para projetos de produção de biogás e biometano de pequeno porte
18	Fomento às chamadas públicas para aquisição de energia elétrica a biogás (Decreto nº 5.163/2004)
19	Estabelecimento de tarifas e preços mínimos para o biometano que for adicionado ao gás canalizado
20	Criação de regulamentação para oportunizar <i>swap</i> operacional/contratual e definir as regras a serem aplicadas
21	Criação de regras para o mercado livre de gás natural/biometano
22	Estabelecimento de isenção de ICMS nas aquisições de equipamentos (nacionais) para projetos de biogás e biometano
23	Permissão a utilização de créditos de ICMS para empresas no geral, possíveis investidores na cadeia de biogás e biometano
24	Criação de incentivos específicos para empresas que implementam soluções de tratamento de resíduos visando a produção de biogás
25	Criação de incentivos à distribuição do biometano
27	Criação de benefícios fiscais/financeiros para veículos/frotas movidas a GN/biometano
31	Criação de incentivos para testar primeira frota a H2R produzido por biogás/biometano e compará-la a outros tipos de H2R
33	Estabelecimento de metas para consumo próprio de biogás e biometano (energia elétrica e combustível veicular)
34	Estabelecimento de metas para uso de biometano em frotas destinadas ao transporte público escolar, coleta de lixo, entre outros

#	Iniciativa
35	Estabelecimento de metas de recuperação de efluentes/resíduos destinados a biodigestores para a Sanepar
36	Acompanhamento do cumprimento de metas de biometano a serem injetadas na rede de distribuição da Compagas

Elaborado pela equipe Fipe.

5.3.1 Principais conclusões

A calibração da priorização das iniciativas foi conduzida com base nas percepções obtidas durante a execução do Produto 2. Foram considerados tanto o impacto e a importância dessas iniciativas quanto o tempo, esforço e viabilidade de sua implementação, levando em conta o processo formal necessário para sua concretização e as particularidades do Estado do Paraná. Nesta subseção, as iniciativas estão organizadas de acordo com suas esferas temáticas. No caso das iniciativas Estruturantes, estas estão segregadas nas esferas: Educacional/Formativa, Estratégica, Linhas de crédito/financiamento, Regulatória, Técnica e Tributária, conforme Tabela 28. O detalhamento do plano de ação e demais informações de cada iniciativa podem ser verificados no Apêndice II, ao longo das seções serão abordadas apenas as principais conclusões.

Tabela 28: Iniciativas Estruturantes Classificadas por Esferas

Iniciativa por Esfera	Quantidade
Educacional/Formativa	3
Disponibilização de capacitações direcionadas aos responsáveis pelas liberações de linhas de financiamento/crédito de projetos de biogás e biometano	
Disponibilização de treinamentos técnicos e profissionais aos atores envolvidos na cadeia de valor de biogás/biometano	
Precificação dos custos (socioambientais e econômicos) atrelados ao consumo de combustíveis fósseis	12
Estratégica	
Criação de benefícios fiscais/financeiros para veículos/frotas movidas a GN/biometano	
Criação de campanha de separação e coleta pública de lixo orgânico destinado à produção de biogás	
Criação de incentivos à distribuição do biometano	
Criação de incentivos para testar primeira frota a H2R produzido por biogás/biometano e compará-la a outros tipos de H2R	
Estabelecimento de metas de recuperação de efluentes/resíduos destinados a biodigestores para a Sanepar	
Estabelecimento de metas para consumo próprio de biogás e biometano (energia elétrica e combustível veicular)	
Estabelecimento de metas para uso de biometano em frotas destinadas a transporte público escolar, coleta de lixo, entre outros	
Estabelecimento de tarifas e preços mínimos para o biometano que for adicionado ao gás canalizado	

Iniciativa por Esfera	Quantidade
Incentivos a formação de cooperativas de agricultores e pequenos produtores para a produção conjunta de biogás e biometano a partir de resíduos/efluentes do setor agropecuário	
Criação de incentivos específicos para empresas que implementam soluções de tratamento de resíduos visando a produção de biogás	
Fomento a chamadas públicas para aquisição de energia elétrica a biogás (Decreto nº 5.163/2004)	
Acompanhamento do cumprimento de metas de biometano a serem injetadas na rede de distribuição da Compagas	
Linhas de crédito/financiamento	2
Criação de fundo garantidor para projetos de produção de biogás e biometano de pequeno porte	
Criação de linhas de financiamento/créditos exclusivas para projetos de biogás/biometano	3
Regulatória	
Criação de regulamentação para oportunizar <i>swap</i> operacional/contratual e definir as regras a serem aplicadas	
Criação de regulamentações específicas e exclusivas ao biogás e biometano	
Criação de regras para o mercado livre de gás natural/biometano	2
Técnica	
Criação de regras específicas para licenciamento ambiental dos projetos de biogás	
Permissão da utilização de carcaças para produção de biogás	2
Tributária	
Estabelecimento de isenção de ICMS nas aquisições de equipamentos (nacionais) para projetos de biogás e biometano	
Permissão a utilização de créditos de ICMS para empresas no geral, possíveis investidores na cadeia de biogás e biometano	
Total	24

Elaborado pela equipe Fipe.

5.3.1.1 Educacional/Formativa

Conforme já citado anteriormente na subseção 5.2.1.1, uma das principais fragilidades identificadas pelo setor foi a falta de capacitação da cadeia de valor. Nesta etapa de priorização, estão detalhadas as iniciativas que dependem de maior esforço de implementação e um maior engajamento e participação das partes envolvidas para garantia de sucesso. Incluindo, mas não se limitando a treinamentos, palestras e *workshops* presenciais e/ou a gravação de conteúdos de maneira a serem disponibilizados online em plataforma específica que centralize as informações de capacitação a serem disponibilizadas pelo governo do Estado.

A realização de treinamentos, palestras e *workshops* requer a estruturação de agendas, a seleção de facilitadores, a organização de locais para realização, entre outros, o que torna esse tipo de iniciativa mais complexa do que a disponibilização de conteúdos através de materiais e cartilhas.

Além disso, foi elaborada uma iniciativa de certificação para os participantes dos treinamentos, de modo a incentivar ainda mais o engajamento dos públicos-alvo e criar uma ferramenta de formalização da capacitação, principalmente, para pequenos produtores rurais e membros de comunidades locais, que possuem menores oportunidades de realização de cursos formais.

5.3.1.2 Estratégica

Os planos de ação desenvolvidos para a Esfera Estratégica visam fortalecer a atuação governamental como orientadora e facilitadora do mercado, reconhecendo a complexidade e o potencial transformador do setor de biogás e biometano na Transição Energética, na redução das emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) e no posicionamento do Paraná como um Estado pioneiro e de referência neste tema. Ao analisar as iniciativas descritas no Apêndice II, observa-se que a maioria dos planos de ação formulados se concentra nesta Esfera, o que é fundamental para garantir o desenvolvimento sustentável e competitivo desse mercado.

Na fase atual de desenvolvimento do setor de biogás e biometano, é fundamental que as ações governamentais sejam norteadoras, direcionando o mercado e fornecendo o suporte necessário para que os agentes econômicos possam operar com segurança e previsibilidade. A definição de políticas públicas e regulatórias que estabeleçam metas e parâmetros mínimos é crucial para criar um ambiente de negócios favorável, que reduza as incertezas e incentive novos investimentos.

Entre as iniciativas propostas, destaca-se a criação de metas mínimas de consumo e produção de biogás e biometano por setores chave, assim como o acompanhamento próximo das ações realizadas para atingimento da meta já definida de inserção de biometano na rede de distribuição de gás natural. Essas metas funcionam como um ponto de referência para o mercado, assegurando que haja um volume mínimo de produção, o que, por sua vez, garante a estabilidade do fornecimento e a confiança dos investidores. Além disso, a implementação de tarifas mínimas de custo para a molécula de biometano é uma medida que traz maior segurança ao setor, permitindo que os produtores e

investidores tenham valores mínimos definidos para realizar cálculos de viabilidade econômica de novos projetos.

A fixação de preços é uma estratégia crucial para mitigar os riscos associados às flutuações de mercado, proporcionando uma base sólida para a formulação de modelos de negócios mais robustos e previsíveis. Com essa segurança adicional, espera-se um aumento na atratividade do setor, com a consequente entrada de novos *players* e o fortalecimento dos agentes já atuantes.

Outro aspecto fundamental das iniciativas propostas é a necessidade de o governo adotar uma postura exemplar no incentivo ao uso de biogás e biometano. A substituição de combustíveis fósseis por biocombustíveis em operações e serviços públicos é uma ação que pode acelerar a transição energética, além de servir como um incentivo tangível para que outras entidades sigam o mesmo caminho. Ao liderar pelo exemplo, o governo não só reduz suas próprias emissões de carbono, mas também envia um sinal claro ao mercado sobre o compromisso com a sustentabilidade e a inovação.

Além disso, nessa esfera, o governo pode apoiar na criação de incentivos financeiros e não financeiros que estimulem o aumento da produção e do consumo de biogás e biometano. Esses incentivos são essenciais para gerar o desenvolvimento de novas tecnologias, baratear as soluções disponíveis e atrair novos investimentos para o setor. Por exemplo, a oferta de subsídios, créditos fiscais e programas de pesquisa e desenvolvimento pode impulsionar a inovação e tornar o mercado mais acessível e competitivo. Esses mecanismos são vitais para catalisar o crescimento sustentável e garantir que o setor continue a evoluir, acompanhando as demandas do mercado e da sociedade.

5.3.1.3 Linhas de crédito/financiamento

A principal oportunidade associada à Esfera de Linhas de Crédito e Financiamento é que, atualmente, as linhas disponíveis não são exclusivas para biogás e biometano. Muitas delas englobam esses vetores energéticos dentro de um grupo mais amplo de fontes renováveis, comparando-os com a geração de energia solar fotovoltaica, que é uma tecnologia mais simples, consolidada e com menos particularidades.

Como resultado, os financiamentos para energia solar são mais frequentemente aprovados, enquanto os projetos de biogás e biometano enfrentam dificuldades. Esses projetos são frequentemente vistos como mais arriscados para os bancos e podem sofrer com a demora na aprovação, além de enfrentar limitações de financiamento, especialmente em bancos menores ou linhas de crédito menos flexíveis que atendem a pequenos produtores. Sendo assim, de modo a incentivar o aumento da produção de biogás e biometano, foram desenhadas iniciativas que buscam solucionar este tipo de fragilidade.

5.3.1.4 Técnica

Os planos de ação na Esfera Técnica visam otimizar o processo de produção de biogás, abordando tanto o tratamento e aproveitamento de resíduos quanto a padronização e agilidade necessárias para a aprovação e operação de plantas de biogás e biometano. Durante as entrevistas realizadas na execução do Produto 2, identificou-se que um dos principais desafios do setor é a inconsistência no tratamento de efluentes e a falta de padronização nos processos de aprovação para licenciamento ambiental.

Para superar esses obstáculos, é crucial desenvolver normativas que estabeleçam processos e critérios claros. A criação de tais normativas não apenas resolve essas questões, mas também oferece maior segurança ao setor e aos investidores, reduzindo o tempo de espera para o início das operações das plantas e os custos associados a ajustes necessários. Como resultado, os custos gerais para produtores e investidores diminuem, tornando o modelo de negócio mais atraente e aumentando as chances de sucesso.

5.3.1.5 Tributária

De acordo com o mapeamento do arcabouço regulatório do Estado do Paraná realizado no Produto 2, o Paraná se destaca como um exemplo avançado e pioneiro em relação às iniciativas e regulamentações no setor de biogás e biometano, quando comparado com outros Estados brasileiros. Apesar desse progresso, foram identificadas oportunidades para a adaptação ou criação de novas regulamentações. A implementação dessas mudanças poderia reduzir os custos da cadeia de produção e estimular ainda mais o crescimento e desenvolvimento do setor no Estado.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente relatório analisou o cenário atual e futuro do setor de biogás e biometano, ressaltando a importância de uma abordagem estratégica por parte do governo para promover e desenvolver este mercado. Com base nos dados de consumo energético do Paraná para 2022 e nas projeções de crescimento até 2050 divulgadas pela EPE, ficou evidente que, desde que haja produção, o Estado possui um potencial considerável para o aumento da demanda por biogás e biometano. Este potencial, aliado com políticas públicas eficazes, capacitações técnicas e de negócios, estratégias de divulgação, incentivos governamentais (financeiros e não financeiros) e uma governança robusta, pode transformar o mercado de biogás e biometano no Estado, reduzindo a dependência de combustíveis fósseis.

Para expandir a oferta e a demanda de biogás e biometano no Paraná, e considerando as fragilidades e oportunidades identificadas no Produto 2 – Diagnóstico do Cenário Jurídico Atual do Estado e de Expectativas, o Produto 3 focou em desenvolver planos de ação para desbloquear valor na cadeia de produção e consumo. Esses planos foram desenvolvidos com o intuito de priorizar e orientar, através da utilização de metodologias específicas, as iniciativas que possam gerar maior impacto ao setor, garantindo um crescimento sustentável e alinhado com as necessidades do mercado.

As iniciativas descritas no plano de ação foram fundamentadas na experiência técnica e de mercado do time de pesquisadores da Fipe, além de percepções do setor capturadas ao longo do desenvolvimento do projeto e de análises de *benchmarking* de outros Estados e países, que foram adaptadas para à realidade do Estado do Paraná. Tanto para o detalhamento das ações, quanto para suas respectivas priorizações, foram utilizadas metodologias de mercado, recorrentes em trabalhos de gestão de projetos e priorização de portfólios, como a 5W2H que, para cada iniciativa, são respondidas sete perguntas-chave, garantindo o planejamento dos aspectos mais relevantes para a implementação de uma iniciativa e a metodologia de Esforço e Impacto, que auxilia de maneira objetiva a priorização das iniciativas.

A experiência técnica e de mercado da equipe da Fipe possibilitou uma calibração estratégica na priorização das ações, visando expandir e otimizar os resultados para a cadeia de valor e para o Estado do Paraná. O relatório conclui que, à medida que as iniciativas do plano de ação forem implementadas, a oferta de biogás e biometano deverá aumentar, e o mercado consumidor se adaptará gradualmente, substituindo os combustíveis fósseis por essas fontes renováveis. Esta transição não apenas contribuirá para a sustentabilidade ambiental, mas também para a economia e a segurança energética do Estado. A postura proativa do governo, tanto na criação de políticas estratégicas quanto na adoção de biocombustíveis em suas operações, será crucial para o sucesso dessa transformação.

Adicionalmente, a definição de uma governança robusta é fundamental para a implementação eficaz de projetos, especialmente relacionados a setores complexos e em desenvolvimento, como o de biogás e biometano. Estabelecer uma estrutura clara de governança com responsabilidades bem definidas para cada etapa do projeto cria uma base sólida para coordenar as atividades de forma eficiente. Isso evita a duplicação de papéis e responsabilidades, reduzindo o retrabalho e facilitando a identificação e resolução de problemas de maneira ágil e precisa.

A centralização das informações dentro de uma estrutura de governança oferece benefícios consideráveis, como maior padronização dos dados e transparência na divulgação das ações. Por meio de agendas de monitoramento regulares, é possível acompanhar o progresso do projeto de perto, identificando ações que possam necessitar de ajustes, como a repriorização de iniciativas ou mudanças de rota. Esse nível de organização e clareza fortalece a confiança entre os *stakeholders* e garante que todos estejam alinhados com os objetivos estratégicos do Estado, avançando de maneira coesa, eficaz e maximizando o impacto das iniciativas.

Ademais, para garantia de sucesso do Programa de Biogás e Biometano do Estado do Paraná, é imperativo que as ações propostas no decorrer do Apêndice II, entre outras que venham a ser mapeadas no decorrer do Programa, sejam implementadas de forma coordenada e contínua, garantindo que o setor de biogás e biometano se consolide como uma alternativa viável e preferencial no *mix* energético do Paraná, atendendo às necessidades presentes e futuras de consumo energético de maneira sustentável e eficiente.

7. ATIVIDADES ADICIONAIS

Esta seção apresenta as atividades adicionais realizadas durante o período de julho a agosto de 2024, relacionadas ao escopo do Produto 3. Entre as atividades realizadas, destacam-se as participações em reuniões estratégicas, apoio na elaboração de Memorandos de Entendimento (MoU) e suporte para análises adicionais ao Governo do Estado do Paraná. Na sequência, cada um desses itens será detalhado.

7.1 PARTICIPAÇÃO EM REUNIÕES

- Data: 29/07/2024

Atividade: Reunião online.

Tratativa/Tema: Reunião para acompanhamento dos protocolos relacionados à benefícios para o setor de biogás e biometano no Estado do Paraná, junto à Secretaria da Indústria, Comércio e Serviços (Seic) e Secretaria de Estado da Fazenda (Sefa).

Resultados e Próximos Passos: Entendimento sobre a situação das inclusões de itens de NCMs⁸ de biometano no Convênio ICMS n° 151/2021.

- Data: 30/07/2024

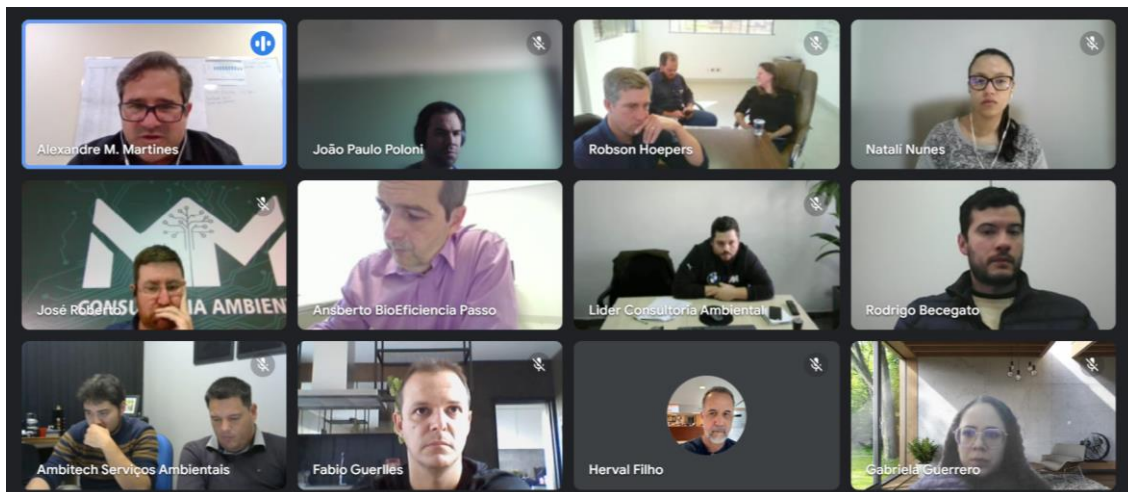
Atividade: Reunião online.

Tratativa/Tema: Reunião sobre Licenciamento Ambiental realizada com representantes de SEPL, Fipe, empresas produtoras de biogás e especialistas do mercado. O objetivo da reunião foi discutir as fragilidades e oportunidades de melhoria a serem implementadas pelo governo, a fim de facilitar o processo produtivo de biogás e biometano.

Resultados e Próximos Passos: Criação de um grupo de trabalho entre participantes do Instituto Água e Terra (IAT), Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná (Iapar) e Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) para definição de parâmetros e critérios para demais setores.

⁸ NCM (Nomenclatura Comum do Mercosul) é um código de oito dígitos estabelecido pela legislação federal para identificar as mercadorias e facilitar o comércio internacional.

Figura 15: Registro da Participação na Reunião do Dia 30/07/2024



Elaborado pela equipe Fipe.

- Data: 12/08/2024

Atividade: Reunião online.

Tratativa/Tema: Reunião para acompanhamento dos protocolos relacionados à benefícios para o setor de biogás e biometano no Estado do Paraná, junto à Seic.

Resultados e Próximos Passos: Entendimento sobre a situação das inclusões de itens de NCMs de biometano no Convênio ICMS nº 151/2021 e atualização de demais protocolos em andamento relativos aos benefícios para o setor de biogás e biometano no Estado do Paraná.

7.2 SUPORTE ÀS AÇÕES ADICIONAIS

- Data: 25/07/2024

Atividade: Acompanhamento de benefícios para o setor de biogás e biometano - Protocolo nº 21.407.613-6 - Solicitação de extensão dos benefícios do Convênio ICMS nº 63/2015.

Tratativa/Tema: Atualizações do Protocolo nº 21.407.613-6 - Solicitação de extensão dos benefícios do Convênio ICMS nº 63/2015.

Resultados e Próximos Passos: Última atualização em 25/07/2024, sendo a pauta encaminhada para a reunião extraordinária da Comissão Técnica Permanente (Cotepe), ocorrida no dia 17/07/2024, tendo obtida aprovação da maioria, no entanto sendo rejeitada pelo Estado de São Paulo na reunião extraordinária do Conselho Nacional de Política Fazendária (Confaz) realizada no dia 23/07/2024, sob a alegação de se tratar de crédito presumido, o qual não é aceito pelo Estado paulista.

- Data: 26/07/2024

Atividade: Acompanhamento de benefícios para o setor de biogás e biometano.

Tratativa/Tema: Publicado o Decreto nº 6.861/2024, o qual introduz alterações no regulamento do ICMS, prevendo diferimento do pagamento do imposto nas operações internas com biogás e biometano no Estado do Paraná.

Resultados e Próximos Passos: O Decreto nº 6861, de 26 de julho de 2024, do Governo do Estado do Paraná, difere o ICMS nas operações internas com biogás e biometano, beneficiando produtores locais destes energéticos. Para biometano, o diferimento se aplica a distribuições e vendas para indústrias que o utilizam como fonte energética. Para biogás, o diferimento é válido nas vendas para usinas de biometano ou de energia elétrica, estabelecimentos industriais que o usem como fonte de energia, e produtores rurais cadastrados que o utilizem em atividades agropecuárias. Sendo assim, a carga tributária é reduzida para 0% nas transações citadas acima, realizadas dentro do Estado do Paraná, incentivando a produção de biogás e biometano regional.

- Data: 30/07/2024

Atividade: Apoio em dados sobre Transição Energética.

Tratativa/Tema: Apoio ao Governo do Estado do Paraná para avaliação, inserção e validação de dados sobre Transição Energética a serem encaminhados ao Ministério de Minas e Energia (MME).

Resultados e Próximos Passos: Avaliação estratégica dos dados por parte da SEPL para encaminhamento ao MME.



- Data: 01/08/2024

Atividade: Estruturação de MoU.

Tratativa/Tema: Apoio em estruturação de MoU entre Governo do Estado do Paraná, Copel e Eletrobrás.

Resultados e Próximos Passos: Formalização do documento final para posterior assinatura do MoU entre Governo do Estado do Paraná, Copel e Eletrobrás.

- Data: 16/08/2024

Atividade: Consolidação e envio de dados sobre Transição Energética para o MME.

Tratativa/Tema: Apoio ao Governo do Estado do Paraná para avaliação, inserção e validação de dados sobre Transição Energética a serem encaminhados ao MME.

Resultados e Próximos Passos: Validação dos dados por parte do MME.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS - ANP. Vendas de derivados de petróleo e biocombustíveis. Base 2022a. Disponível em: <https://www.gov.br/anp/pt-br/centrais-de-conteudo/dados-abertos/vendas-de-derivados-de-petroleo-e-biocombustiveis>. Acesso em: agosto de 2024.

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS - ANP. Resolução nº 886/2022: Estabelece a especificação e as regras para aprovação do controle da qualidade do biometano oriundo de aterros sanitários e de estações de tratamento de esgoto destinado ao uso veicular e às instalações residenciais, industriais e comerciais a ser comercializado no território nacional. 2022b. Disponível em: <https://atosoficiais.com.br/anp/resolucao-n-886-2022-estabelece-a-especificacao-e-as-regras-para-aprovacao-do-controle-da-qualidade-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-no-territorio-nacional?origin=instituicao>. Acesso em: agosto de 2024.

ASSOCIAÇÃO PARANAENSE DE EMPRESAS DE BASE FLORESTAL - APRE. Estudo Setorial APRE 2017/2018. Disponível em: <https://apreflorestas.com.br/publicacoes/estudo-setorial-apre-2017-2018-2/>. Acesso em: agosto de 2024.

CENTRO INTERNACIONAL DE ENERGIAS RENOVÁVEIS - BIOGÁS, CIBIOGÁS. Mapa do biogás no Brasil. Foz do Iguaçu: CIBiogás, 2024a. Disponível em: <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiNDZiYTYyNGQtYzliYS00NTMyLTk1Y2EtOWZmZjE4OTgwY2VkIiwidCI6ImZmOTg3ZmI3LTQ5ODMtNDA2Ny1iMTQ2LTc3MGU5MWE4NGViNSJ9>. Acesso em: agosto de 2024.

CENTRO INTERNACIONAL DE ENERGIAS RENOVÁVEIS - BIOGÁS, CIBIOGÁS. Panorama do Biogás no Brasil 2023. Foz do Iguaçu: CIBiogás, 2024b.

CENTRO INTERNACIONAL DE ENERGIAS RENOVÁVEIS - BIOGÁS, CIBIOGÁS. Panorama do Biogás no Brasil 2022. Foz do Iguaçu: CIBiogás, 2023.

COPERGAS. Gás natural: Industrial. s.d. Disponível em: <https://novo.copergas.com.br/gas-natural/industrial/>. Acesso em: agosto de 2024.

ECOVERDEN. Tabela poder calorífico grifado. s.d. Disponível em: <https://www.ecoverden.com.br/files/tabelaPoderCalorificoGrifado.pdf>. Acesso em: agosto de 2024.

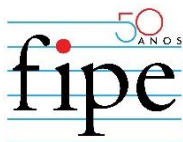
EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA - EPE. Plano Nacional de Energia 2050 (PNE 2050). 2022. Disponível em: https://www.epe.gov.br/Publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-645-Plano_Nacional_de_Energia_2050.pdf. Acesso em: agosto de 2024.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). Caderno de Preços da Geração. Disponível em: https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublishingImages/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/caderno-de-precos-da-geracao/CadernodePre%C3%A7osdeGera%C3%A7%C3%A3o_r0.pdf. Acesso em: agosto de 2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Inflação. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/inflacao.php>. Acesso em: agosto de 2024.

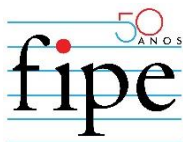
INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL - IPARDES. Tabela 2.1.1. - Consumo e Número de consumidores de Energia Elétrica, segundo classes e municípios do Paraná - 2022. In: ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO PARANÁ 2022. Curitiba: Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social, 2022.

INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL - IPARDES. Tabela 4.2.14 - Produção extrativa vegetal, segundo os municípios do Paraná - 2022. In: ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO PARANÁ 2022. Curitiba: Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social, 2022.



ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL, GEF Biogás Brasil, et al. *Roadmap* tecnológico [do Biogás]. [S. l.: s. n.], 2020.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL - GEF Biogás Brasil; CENTRO INTERNACIONAL DE ENERGIAS RENOVÁVEIS - CIBiogás. Guia de empresas e tecnologias: Programa de Tropicalização do Projeto GEF Biogás Brasil. Brasília: Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, 2023. *E-book*. (Projeto Aplicações do Biogás na Agroindústria Brasileira: GEF Biogás Brasil).



APÊNDICE

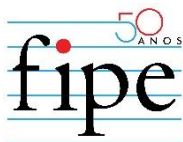
O presente relatório possui 02 (dois) apêndices, sendo:

- Apêndice I: Dados de demanda energética, segmentados por municípios, do Estado do Paraná; e
- Apêndice II: Mapeamento de ações de curto, médio e longo prazo a serem priorizadas e implementadas.



**APÊNDICE I: DADOS DE DEMANDA ENERGÉTICA, SEGMENTADOS POR MUNICÍPIOS, DO
ESTADO DO PARANÁ**

(Arquivo em Excel enviado separadamente)



**APÊNDICE II: MAPEAMENTO DE AÇÕES DE CURTO, MÉDIO E LONGO PRAZOS A
SEREM PRIORIZADAS E IMPLEMENTADAS**

(Arquivo em Excel enviado separadamente)