

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ – UNIOESTE

CAMPUS DE TOLEDO

CENTRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO
REGIONAL E AGRONEGÓCIO – PGDRA**

DOUTORADO

**ENERGIA ELÉTRICA COM BIOGÁS NO
AGRONEGÓCIO DO OESTE DO PARANÁ SOB A
ÓTICA DA NOVA ECONOMIA INSTITUCIONAL**

TOLEDO

2021

FELIPE SOUZA MARQUES

**ENERGIA ELÉTRICA COM BIOGÁS NO
AGRONEGÓCIO DO OESTE DO PARANÁ SOB A
ÓTICA DA NOVA ECONOMIA INSTITUCIONAL**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional e Agronegócio - Doutorado, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE/*Campus* de Toledo, como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor.

Orientador: Prof. Dr. Weimar Freire da Rocha Junior.

Toledo

2021

Ficha de identificação da obra elaborada através do Formulário de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da Unioeste.

Souza Marques, Felipe
ENERGIA ELÉTRICA COM BIOGÁS NO AGRONEGÓCIO DO OESTE DO
PARANÁ SOB A ÓTICA DA NOVA ECONOMIA INSTITUCIONAL / Felipe
Souza Marques; orientador Weimar Freire da Rocha Junior. --
Toledo, 2021.
132 p.

Tese (Doutorado Campus de Toledo) -- Universidade
Estadual do Oeste do Paraná, Centro de Ciências Sociais
Aplicadas, Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento
Regional e Agronegócio, 2021.

1. Nova Economia Institucional. 2. Biogás . 3. Energia
Elétrica. I. Freire da Rocha Junior, Weimar , orient. II.
Título.

FELIPE SOUZA MARQUES

**ENERGIA ELÉTRICA COM BIOGÁS NO
AGRONEGÓCIO DO OESTE DO PARANÁ SOB A
ÓTICA DA NOVA ECONOMIA INSTITUCIONAL**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional e Agronegócio - Doutorado, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE/*Campus* de Toledo, como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor.

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr. Weimar Freire da Rocha Jr.
Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Prof. Dr. Udo Strassburg
Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Prof. Dr. Breno Carneiro Pinheiro
Centro Internacional de Energias Renováveis-
Biogás

Prof. Dr. Antonio Gonçalves de Oliveira
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Profa. Dra. Débora da Silva Lobo
Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Toledo, 16 de dezembro de 2021.

“Não dê força às coisas que são prejudiciais. Não dê atenção a seus obstáculos. Eles existem; respeite-os, mas passe por eles.”

Marco Aurélio

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha família por ter me apoiado durante esta jornada, meus pais, irmão e esposa, em especial meus filhos Manuela e Gustavo, pois a torcida de vocês me encorajou em diversos momentos.

Ao professor Dr. Weimar Freire Rocha Junior, pelo compartilhamento de conhecimento e paciência em me conduzir neste processo e sempre me lembrar da importância empreender esforço em solucionar problemas reais de forma criativa, mas sistemática. Por reforçar a importância de tratar temas de relevância para o desenvolvimento do Oeste do Paraná. Nossas conversas foram muito produtivas. Sou muito grato pela sua orientação.

Ao corpo docente do PGDRA, sempre solícito aos discentes, compartilhando conhecimento com maestria e comprometimento.

Aos amigos do CIBiogas e UNIDO, pelo apoio e compreensão ao longo desta jornada. Vocês são muito importantes para mim. Gratidão pelo apoio.

Aos colegas do DINTER, grupo muito especial, do qual me senti honrado em participar. Agradeço a parceria. Sempre encontrei colegas dispostos a ajudar. Muito obrigado. Aos demais alunos do PGDRA em Toledo, colegas de outras turmas, vocês me ajudaram muito. Agradeço a atenção e disponibilidade de vocês.

Por fim, meus agradecimentos às secretárias do PGDRA, Roseli Lotte e Clarice T. Stahl, pela gentileza, atenção e disponibilidade.

RESUMO

A produção de proteína animal em sistema de integração possui duas características muito fortes: a demanda por energia elétrica e a produção de dejetos primeira em insumo para a produção; e outra, um passivo ambiental. A partir dessas características, foram empreendidos esforços no desenvolvimento de projetos de biogás para energia elétrica com impacto positivo na questão ambiental. O oeste do Paraná se apresenta como uma referência nacional em arranjos tecnológicos de projetos desta natureza. Além disso, possui projetos inovadores utilizando diversos substratos para produzir biogás e aplicá-lo com a finalidade energética, seja como biometano, uso térmico ou geração de energia elétrica. Especialmente no setor elétrico, a região se destaca por desenvolver tecnologias e modelos de negócios de alto impacto, como a geração distribuída, por exemplo, e mais recentemente as microrredes de energia elétrica. Porém, mesmo com diversas externalidades positivas, ainda são poucos os projetos e pouco o envolvimento de cooperativas e integradoras neste tema. A presente tese busca compreender as barreiras para o crescimento da geração de energia elétrica com biogás no oeste do Paraná através da perspectiva da nova economia institucional. Nesta abordagem, foi possível identificar que a falta de conhecimento e assimetria de informação permitem o comportamento oportunista dos agentes. Destacou-se, ainda, a importância de articulação setorial para definição de agenda única para o biogás, especialmente direcionada a sua diferenciação de outras fontes de energia elétrica. As cooperativas e empresas integradoras do agronegócio têm uma grande oportunidade de liderar o crescimento do número de plantas de biogás para geração de energia elétrica no Oeste do Paraná a partir do momento que empreender um sistema de integração vertical para projetos dessa natureza.

Palavras-chave: Nova Economia Institucional, Biogás, Energia Elétrica

ABSTRACT

The animal protein production in an integrated system has two very strong characteristics, the demand for electricity and the production of manure, first an input for production, and the other, an environmental liability. Based on these characteristics, efforts were made to develop biogas projects for electricity with a positive impact on the environment. The west of Paraná presents itself as a national reference in technological arrangements of projects of this nature. The west of Paraná has innovative projects using different substrates to produce biogas and apply it for energy purposes, whether as biomethane, thermal use or electricity generation. Especially in the electricity sector, the region stands out for developing technologies and business models with some impact, such as distributed generation, for example, and more recently, microgrids of electricity. However, even with several positive externalities, there are still few projects and little involvement of cooperatives and integrators in this theme. This thesis seeks to understand the barriers to the growth of electricity generation with biogas in western Paraná through the perspective of the new institutional economy. Through this approach, it was possible to identify that the lack of knowledge and information asymmetry allow the opportunistic behavior of agents. It was also possible to highlight the importance of sectoral articulation to define a single agenda for biogas, especially aimed at differentiating it from other sources of electric energy. Cooperatives and agribusiness integrator companies have a great opportunity to lead the growth in the number of biogas plants for electric power generation in western Paraná from the moment they undertake a vertical integration system for projects of this nature.

Key-words: New Institutional Economics, Biogas, Electric Energy

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|-----|
| Tabela 1 - Participação por fonte entre Outras Renováveis | 39 |
| Tabela 2 - Aplicações do Biogás no Brasil. | 43 |
| Tabela 3 - Potencial de Produção de Biogás | 46 |
| Tabela 4 - Entrevistados por categoria..... | 54 |
| Tabela 5 - Categorização das Respostas à Entrevista Semiestruturada | 57 |
| Tabela 6 - Potencial de Geração de Energia Elétrica por Fonte do Agronegócio. | 80 |
| Tabela 7 - Distribuição das Plantas de Biogás do Oeste do Paraná por Porte e Setor. | 84 |
| Tabela 8 - Distribuição das Plantas de Biogás do Oeste do Paraná por Aplicação e Setor..... | 85 |
| Tabela 9 - Atuação principal dos entrevistados no contexto do biogás..... | 89 |
| Tabela 10 - Relação com o Setor de Biogás | 90 |
| Tabela 11 – Tempo de atuação..... | 91 |
| Tabela 12 – Conhecimento dos arranjos típicos com biogás | 92 |
| Tabela 13 – Infraestrutura para projetos de energia elétrica..... | 94 |
| Tabela 14 – Cooperação entre empresas e organizações | 95 |
| Tabela 15 – Concentração de mercado | 97 |
| Tabela 16 – Ambiente regulatório | 98 |
| Tabela 17 – Movimento das organizações para atualização da matriz institucional | 100 |
| Tabela 18 – Conhecimento entre os envolvidos..... | 101 |
| Tabela 19 – Consórcios e Cooperativas de Energia | 103 |
| Tabela 20 - Relacionamento em Consórcios e Cooperativas de Energia | 104 |
| Tabela 21 - Respostas para a Pergunta 12..... | 107 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|-----|
| Figura 1 - Oferta Interna de Energia no Brasil..... | 38 |
| Figura 2 - Distribuição do Consumo de Energia Elétrica no Paraná e Região Oeste PR | 41 |
| Figura 3 - Aplicações Típicas do Biogás | 42 |
| Figura 4 - Evolução Anual do Número de Plantas e Produção de Biogás no Brasil.. | 44 |
| Figura 5 - Evolução Anual do Número de Plantas e Produção de Biogás no Paraná | 45 |
| Figura 6 - Potencial de geração de biogás na pecuária por atividade agropecuária e mesorregião do estado do Paraná (m ³ .ano-1)..... | 47 |
| Figura 7 - Região Oeste do Paraná..... | 50 |
| Figura 8 - Distribuição dos Entrevistados por Município do Oeste do Paraná | 53 |
| Figura 9 – Alternativas de geração de energia elétrica nos ambientes de contratação regulada, contratação livre e geração isolada | 60 |
| Figura 10 - Sistema de Compensação de Energia Elétrica a Biogás | 63 |
| Figura 11 - Número de Plantas de Biogás no Brasil em Geração Distribuída e Geração Isolada..... | 79 |
| Figura 12 - Distribuição das Granjas de Suínos no Oeste do Paraná | 81 |
| Figura 13 - Diferentes Arranjos de Geração de Energia Elétrica com Biogás | 82 |
| Figura 14 - Microcentral Termelétrica em Entre Rios do Oeste..... | 83 |
| Figura 15 - Esquema de Geração de energia fotovoltaica e biogás em Ouro Verde do Oeste-PR..... | 84 |
| Figura 16 - Distribuição das Plantas de Biogás no Oeste do Paraná pelo BiogasMap | 86 |
| Figura 17 - Alinhamento dos Contratos..... | 106 |

Lista de Siglas e Abreviaturas

ADAPAR – Agencia de Defesa Agropecuária do Paraná

ANEEL- Agencia Nacional de Energia Elétrica

CIBIOGAS – Centro Internacional de Energias Renováveis – Biogás

EPE – Empresa de Pesquisa Energética

EPE – Empresa de Pesquisa Energética

GD – Geração Distribuída

IAT – Instituto Água e Terra do Paraná

RSU – Resíduos Sólidos Urbanos

TEP – Tonelada Equivalente de Petróleo

UNIDO – Organização das Nações Unidas Para o Desenvolvimento Industrial

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| 1 INTRODUÇÃO | 14 |
| 1.1 O Problema e a Importância do Estudo | 14 |
| 1.2 Objetivos | 19 |
| 1.2.1 Objetivo geral | 19 |
| 1.2.2 Objetivos específicos | 19 |
| 1.3 Estrutura do trabalho..... | 20 |
| 2 REFERENCIAL TEÓRICO..... | 21 |
| 2.1 Nova Economia Institucional | 21 |
| 2.1.1 Ambiente institucional | 24 |
| 2.1.2 Ambiente organizacional | 25 |
| 2.1.3 Ambiente tecnológico..... | 27 |
| 2.1.4 Path dependence | 28 |
| 2.1.5 Custos de transação | 30 |
| 2.2 Matriz energética brasileira | 38 |
| 2.2.1 Energia elétrica no Oeste do Paraná..... | 40 |
| 2.3 Panorama do biogás no Brasil | 42 |
| 3 METODOLOGIA | 49 |
| 3.1 Delimitação da área de estudo..... | 49 |
| 3.2 Pesquisa exploratória..... | 51 |
| 3.3 Entrevista | 52 |
| 3.4 Limitações da pesquisa | 59 |
| 4 GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA COM BIOGÁS NO OESTE DO PARANÁ..... | 60 |
| 4.1 Ambiente institucional da geração de energia elétrica com biogás no Oeste do Paraná | 60 |
| 4.1.1 Geração Distribuída de energia elétrica | 61 |

| | |
|---|-----|
| 4.1.2 Meio ambiente..... | 67 |
| 4.2 Ambiente organizacional da geração de energia elétrica com biogás no Oeste do Paraná..... | 74 |
| 4.3 Ambiente tecnológico da geração de energia elétrica com biogás | 77 |
| 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO..... | 88 |
| 5.1 Qualificação dos entrevistados | 88 |
| 5.1.1 Relação com o setor de biogás..... | 88 |
| 5.1.2 Tempo de atuação no setor | 91 |
| 5.1.3 Arranjos típicos com biogás no oeste do Paraná | 92 |
| 5.2 Percepção dos entrevistados | 93 |
| 5.2.1 Infraestrutura para geração de energia elétrica com biogás | 93 |
| 5.2.2 Cooperação entre empresas e organizações..... | 95 |
| 5.2.3 Concentração de mercado..... | 96 |
| 5.2.4 Ambiente regulatório..... | 98 |
| 5.2.5 Interação das organizações com a matriz institucional..... | 99 |
| 5.2.6 Incerteza entre os envolvidos..... | 101 |
| 5.2.7 Cooperativas e consórcios em empreendimentos de biogás para energia elétrica..... | 102 |
| 5.2.8 Relacionamento entre envolvidos em cooperativas e consórcios..... | 103 |
| 6 CONCLUSÃO..... | 110 |
| REFERÊNCIAS..... | 114 |
| APENDICE 1 – ROTEIRO DA ENTREVISTA SEMIESTRUTURADA..... | 122 |
| APENDICE 2 – REGULAÇÃO FEDERAL VIGENTE PARA GERAÇÃO DISTRIBUÍDA COM BIOGÁS | 123 |
| APENDICE 3 – REGULAÇÃO ESTADUAL VIGENTE PARA GERAÇÃO DISTRIBUÍDA COM BIOGÁS | 130 |
| APENDICE 4 – MATRIZ DE CATEGORIZAÇÃO DE RESPOSTAS DAS ENTREVISTAS | 132 |

1 INTRODUÇÃO

1.1 O Problema e a Importância do Estudo

O agronegócio demanda muita energia para sua plena operação, sendo energia elétrica nas propriedades e agroindústrias, lenha e cavaco para aquecimento em aviários e em caldeiras nas indústrias de processamento, bem como combustível fóssil (diesel) para transportes de cargas na integração produtiva e comercialização de produtos. Segundo a Empresa de Pesquisa Energética, o setor agropecuário consumiu, em 2017, o total de 10.439.000 Tep, sendo 2.567.000Tep em energia elétrica EPE (2019).

Existem aspectos territoriais relevantes em relação à distribuição das etapas do processo produtivo e à demanda de energia elétrica. A demanda energética se encontra amplamente distribuída no território, exigindo infraestrutura adequada para atendimento das expectativas. A atualização de infraestrutura deveria acompanhar a dinâmica do agronegócio, porém a velocidade com que o agronegócio cresce é maior do que a infraestrutura.

O ambiente rural demanda por energia elétrica distribuída firme. A falta de energia elétrica em propriedades de avicultura, suínos e leite gera muitos prejuízos aos produtores e empresas integradoras. Em alguns casos, o problema não está no suprimento energético, mas na qualidade da infraestrutura de distribuição de energia. Quando ineficiente, pode causar queda de tensão na rede, ocasionando desligamento de equipamentos, por acionamento de dispositivos de proteção do sistema. Em sua maioria, os equipamentos rurais são destinados a alimentação e manutenção de temperatura para a criação ou produtos da criação, como o leite por exemplo. A falta de energia nesses equipamentos, mesmo que temporária, gera prejuízos à cadeia produtiva.

O Paraná é atualmente um dos maiores e mais importantes produtores de proteína animal do Brasil. O crescimento de sua participação nacional está relacionado aos progressos de modernização da agricultura e de verticalização dos sistemas produtivos, em especial na produção de suínos, aves e leite, mais

recentemente a piscicultura. Importantes cooperativas nacionais estão instaladas no Estado, sendo que 6 das 10 maiores estão no Oeste do Paraná.

A produção de aves e suínos, nesta região do estado, ocorre prioritariamente em sistema de integração de produção pelas cooperativas ou empresas integradoras. Nos sistemas agroindustriais, podem ser encontrados diversos exemplos em que a agroindústria processadora atua em mais de um elo do processo produtivo, e sua análise deve considerar os aspectos voltados à eficiência, sempre focado na redução de custos tanto de produção como de transação, ampliando o mercado e obtendo lucro para a manutenção da organização (ZYLBERSZTAJN et al. 2014).

Os sistemas agroindustriais domésticos orientados para a produção de proteína animal trabalham em regime de economias de escala, que têm reflexo na produção de efluentes orgânicos nas mais diversas etapas da produção. No caso da suinocultura, as unidades de produção de leitões, as granjas-creche, as granjas de engorda (ou terminação) são unidades com produção diária de efluente, basicamente água, urina e esterco. Nas unidades de abate e frigoríficos, há produção de efluentes resultantes do processamento da carne suína, como vísceras, sangue e águas residuais.

Todo este rejeito pode ter um destino final, com potencial de amenizar os impactos deletérios ao meio ambiente, que são os biodigestores, sistemas específicos para o tratamento dos dejetos, produção de biogás e digestato, ambos com aplicações relevantes ao ambiente rural, a energética e a agrônômica. No caso da suinocultura e bovinocultura de leite, por exemplo, os dejetos podem ser utilizados para produção de biogás em biodigestores e convertidos em digestato.

O biogás produzido, por ser um composto gasoso com predominância de metano (CH_4), de alto valor energético, pode ser considerado na geração de energia elétrica, uso térmico e abastecimento veicular. O digestato é o resultado do tratamento dos dejetos, com grande redução de carga orgânica e concentração de nitrogênio (N) e fósforo (P), conferindo-lhe composição agrônômica relevante, podendo ser utilizado na fertirrigação de lavouras e pastagem. O digestato, se não gerenciado adequadamente e lançado diretamente em cursos d'água, pode gerar processos de eutrofização, com impacto negativo ao ambiente hídrico.

Em 2018, a mortalidade de frangos no Paraná foi de 5,9 milhões de aves, 14,7% do plantel total de aves, sendo que 38% por causas biológicas e 62% por outras causas. O estresse térmico, considerado entre outras causas, foi a maior causa de

mortalidade total em aves, sendo responsável por 2,3 milhões aves mortas, 39,5% do total de aves mortas. A agência alerta para a necessidade de os produtores identificarem serviços de fornecimento de energia e manutenção de equipamentos (ADAPAR, 2018). Em pesquisa realizada com produtores rurais do Oeste do Paraná, foi identificado que a 68% dos produtores percebem mais de 5 interrupções no fornecimento de energia elétrica por mês, sendo que em 82% dos casos, o tempo médio de duração de interrupções percebido pelos produtores é superior a uma hora (POD, 2017).

Segundo Weiland (2010), nas próximas décadas, bioenergia será a fonte de energia renovável mais significativa, pois oferece alternativa, com atratividade econômica, aos combustíveis fósseis. Desta forma, assume-se que territórios que exploram seu potencial para geração de energia elétrica, a partir de fontes renováveis como o biogás, terão uma estratégia para ampliação da competitividade regional.

A inclusão da geração distribuída (GD) no sistema de energia reduz a dependência da infraestrutura disponibilizada pela concessionária, diminuindo as perdas nas redes de distribuição de energia, com reflexos positivos na qualidade de energia (CIBIOGAS, 2020; FREITAS et al, 2018; SOUZA et al., 2004). O estado do Paraná é o segundo maior participante na GD Biogás no Brasil, com 1,8 MW de potência instalada (ANEEL, 2019).

O relatório sobre o Desenvolvimento Energético do Território Oeste do Paraná, a demanda de energia elétrica, em cenário conservador, deve aumentar 6,3% ao ano, sendo que a perspectiva de crescimento nacional é de 3,7% ao ano, e o biogás pode contribuir neste atendimento com potencial de geração na ordem de 518.468MWh/ano, considerando somente fontes do agronegócio, uma vez que há disponibilidade de dejetos e resíduos agroindústrias para a produção de biogás no Oeste do Paraná e demanda de energia elétrica distribuída nesta região (POD. 2017).

O crescimento da geração distribuída de energia elétrica é positivo para a produção de proteína animal, visto que o atendimento local de demanda reduz os riscos de perda de parte ou totalidade de plantel em razão de falha de energia, ou ainda, reduz o tempo de operação, e os custos, com o atendimento de situações de emergência com grupos geradores diesel.

A produção do biogás e seu uso energético dele implica em acionamento de diversos fornecedores e organizações, ocorrendo sob distinto conjunto de regras ou

instituições, podendo contribuir em melhores indicadores da qualidade de energia em áreas rurais.

A oportunidade de se gerar energia elétrica localmente e atender demandas diretas do setor produtivo é um importante aspecto do biogás no agronegócio. Segundo CIBIOGAS, OCB e DGRV (2020, p.6), “a demanda energética do cooperativismo é estimada em 8% em relação à demanda nacional, sendo que a energia é um fator de produção essencial para que o cooperativismo se desenvolva”.

Porém o número de empreendimentos de biogás para energia elétrica ainda é pequeno em relação ao potencial. Os produtores empreendem de forma isolada, sem uma ação estruturada de suporte por um agente integrador, como uma cooperativa, por exemplo. Desta forma, para que os projetos sejam empreendidos, todo o risco é tomado pelo produtor, sem assessoria, o que afasta ou adia a decisão de implantar um projeto desta natureza.

Um ponto a se observar na geração de energia elétrica com biogás na propriedade é que se trata de iniciativa do produtor, motivada em reduzir custos com energia elétrica ou garantia de fornecimento de energia elétrica no local. Em ambos os casos, não há participação do integrador agroindustrial.

Os negócios recentes, desenvolvidos a partir da atualização do marco regulatório da geração de energia elétrica (Resolução Normativa ANEEL 687/2015), envolvendo compensação de energia em terceiros, tem possibilitado crescimento do número de projetos de biogás em propriedades rurais. Nestes projetos, os integradores dos empreendimentos entregam ao produtor o suporte técnico e investimentos na propriedade.

O Oeste do Paraná possui, desde 2008, destaque nacional no tema biogás, por abrigar projetos de biogás para energia elétrica, geração distribuída, aproveitamento térmico e biometano a partir de atividades como a suinocultura, bovinocultura, frigoríficos, fecularias e esgoto doméstico (BIASI, 2018; BLEY, 2014). A região conta, ainda, desde 2013, com instituição de ciência e tecnologia de referência no tema biogás, com forte atuação nacional e regional, o Centro Internacional de Energias Renováveis – CIBiogás (CIBIOGAS, 2021).

A região oeste paranaense é pioneira em arranjos coletivos de produção de biogás e uso energético. O primeiro arranjo dessa natureza foi implantado em 2008, no município de Marechal Cândido Rondon/PR, chamado Condomínio de Agroenergia da Sanga Ajuricaba e, desde 2019 opera um condomínio similar em Entre Rios do

Oeste (BIASI, 2018). Em Ouro Verde do Oeste/PR existe uma unidade coletiva operando desde 2020 e em Toledo/PR está em fase de implantação uma central, com início de operação em 2022 (ENERDIMBO, 2021). Como no caso dos empreendimentos individuais, o planejamento, implantação e operação dos projetos citados foram empreendidos sem o envolvimento direto de cooperativa ou integradora agroindustrial.

Existem aspectos ambientais muito positivos para as cooperativas e integradoras a partir da produção e uso de biogás em produtores integrados, especialmente na questão de corresponsabilidade em serviços ambientais. Ao incentivar seus integrados, há promoção de serviços ambientais em sua cadeia produtiva, pois a produção de biogás só é possível a partir do tratamento adequado dos dejetos.

O desenvolvimento rural pode ser potencializado a partir da introdução de novas tecnologias. Nesse sentido, a integração para tratamento de dejetos pode ser considerada um diferencial competitivo regional, como destaca Favareto (2010, p.217), indicando que aí está o principal desafio do desenvolvimento rural: “favorecer a introdução de inovações que possam tornar mais rápida a passagem para este novo padrão, mais coerente com a ideia de desenvolvimento sustentável”.

Com a operacionalização de arranjos coletivos na região, a expectativa é que modelos dessa natureza sejam replicados envolvendo integradores tradicionais, de forma que os produtores se sentiram mais encorajados em avançar para uma decisão de implantar um sistema de geração de energia elétrica com biogás ou participar de empreendimento desta natureza.

Porém, mesmo com as externalidades positivas, ambientais e econômicas, não é percebido um movimento das cooperativas ou integradoras agroindústrias no sentido de empreender projetos de biogás para energia elétrica. O envolvimento das cooperativas e integradoras seria positivo para o crescimento de projetos de biogás para energia elétrica em propriedades rurais? Neste caso, qual a razão das cooperativas e integradoras se manterem distantes de processos de produção de biogás junto a seus cooperados e integrados? Existem aspectos institucionais, tecnológicos ou organizacionais que deem suporte ao entendimento desta questão?

Diante do exposto, o objetivo desta pesquisa é compreender quais são as barreiras para a ampla disseminação de projetos de geração de energia elétrica com biogás no oeste do Paraná, a partir da ótica da Nova Economia Institucional (NEI), de

modo a desvendar o contexto em que projetos desta natureza são empreendidos e identificar quais são os argumentos-chave para o envolvimento das cooperativas e integradoras do agronegócio.

A Nova Economia Institucional (NEI) tem sido amplamente utilizada para dar suporte ao entendimento de cadeias produtivas, especialmente do agronegócio, por permitir, em um mesmo ferramental teórico, trazer elementos relacionados aos aspectos tecnológicos, regulatórios, competitivos e organizacionais (ROCHA JUNIOR, 2001; STRASSBURG, 2016; BREITENBACH e SOUZA, 2015; RISSARDI JUNIOR, SHIKIDA, LAGES, 2018).

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo geral

Compreender, a partir da perspectiva da Nova Economia Institucional, as barreiras para o crescimento da geração de energia elétrica com biogás no oeste do Paraná.

1.2.2 Objetivos específicos

- Descrever o contexto tecnológico, institucional e organizacional de projetos que se utilizem de biogás para energia elétrica no oeste do Paraná;
- Avaliar a percepção dos agentes envolvidos em projetos de produção de biogás na geração de energia elétrica no oeste do Paraná;
- Identificar e analisar, a partir na ótica da Nova Economia Institucional, as barreiras que limitam o crescimento do biogás no agronegócio da região.

1.3 Estrutura do trabalho

Inicialmente, na introdução, são apresentados o tema de pesquisa, o problema, a justificativa e os objetivos desta tese. A contextualização do problema ocorre na primeira parte do trabalho.

O segundo capítulo, Referencial Teórico, apresenta revisão teórica dos principais conceitos vinculados à Nova Economia Institucional (NEI), abordando os ambientes institucional, tecnológico e organizacional. A *path dependence* e os custos de transação também são tratados nesta revisão teórica. Além disso, essa parte abrange os temas energias renováveis, energia elétrica no oeste do Paraná e o panorama do biogás no Brasil.

No terceiro capítulo, Metodologia, é apresentado o processo metodológico aplicado, considerando a classificação da pesquisa e detalhando os procedimentos adotados. A metodologia consiste em pesquisa exploratória apoiada por entrevista semiestruturada com agentes do setor de biogás e projetos de energia elétrica.

O quarto capítulo trata do tema energia elétrica com biogás no Oeste do Paraná. A partir desse contexto, são apresentados os diversos aspectos relacionados a implantação de arranjos tecnológicos para geração de energia elétrica com biogás na região, destacando a natureza dos projetos implantados e aspectos relacionados aos ambientes institucional, tecnológico e organizacional de projetos desta natureza.

No quinto capítulo, são apresentados e discutidos os resultados da análise pesquisa semiestruturada com foco nas percepções dos agentes no que tange arranjos de geração de energia elétrica com biogás. São apresentados, neste capítulo, os principais aspectos relacionados à implantação e operação de projetos dessa natureza e a percepção dos envolvidos quanto à performance das organizações atuantes no setor.

Na última sessão, é apresentada a conclusão deste trabalho, valorizando os principais resultados alcançados, e também aspectos relevantes da contribuição desta tese para o tema biogás para energia elétrica.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Nova Economia Institucional

A restrição das ações humanas é um dos mecanismos utilizados pelas instituições, que determinam as “regras do jogo”, e acabam por definir a estrutura social, política e econômica na qual vivemos (NORTH, 1991). Ao controlarmos essas ações, somos capazes de reduzir o custo que advém das interações humanas, uma vez que estas possuem influência direta no comportamento social e nas decisões tomadas nos âmbitos político e econômico (Greif & Kingston, 2011).

As atividades de definição de instituições possuem a finalidade de redução dos custos relacionados à convivência entre os humanos, sendo parte importante da eficiência econômica e para o desenvolvimento (VILPOUX; OLIVEIRA, 2010). A Nova Economia Institucional apresenta a perspectiva das instituições em dois níveis analíticos diferentes: ambiente institucional e estruturas de governança; ao contemplar as macroinstituições, que estabelecem as bases para as interações entre os seres humanos, e as microinstituições, como aquelas com a função de regular uma transação particular, respectivamente (SOUZA et al., 2010).

Segundo Williamson (2008), a Nova Economia Institucional apresenta duas abordagens analíticas que se complementam e que são aplicadas ao tema das organizações. Em análise inicial pode ser entendida como a natureza macro desenvolvimentista, orientada para a origem, estruturação e atualização instituições com o passar do tempo, e a segunda, de natureza micro institucional, orientada para o entendimento das estruturas de governança, incluindo aquelas que regulam transações específicas (ALBUQUERQUE AUGUSTO; SOUZA; FERRAZ CARIO, 2014).

Através da NEI há o entendimento de que as estruturas de governança se apresentam como as variadas formas que os agentes organizam transações, e podem ser classificadas em três tipos: integração vertical, formas híbridas (contratos) ou mercado livre. Apresentando a transação como unidade de análise, os tratamentos como Economia dos Custos de Transação (ECT) e Economia dos Custos de Mensuração (ECM) estão orientadas de forma a reduzir os custos de transação, considerando que, para alcançá-la, é básico reduzir os custos de transação, por meio

de uma composição centrada na eficiência (ALBUQUERQUE AUGUSTO; SOUZA; FERRAZ CARIO, 2014).

Para FARINA (1999, p.148), “A Nova Economia Institucional procura identificar qual a melhor forma de organização das transações econômicas, cuja configuração altera as condições iniciais para a alocação de recursos”.

Os modelos econômicos de evolução da indústria enfatizaram a eficiência econômica e a lucratividade como os principais determinantes da entrada, sobrevivência e saída de empresas. A concentração de mercado, a partir das fusões das empresas industriais no início do século XX, geraram série de dúvidas aos teóricos de mercado. O desafio em se compreender questões do mercado não explicadas pela teoria econômica promoveu esforço conjunto de economistas, administradores e advogados em novas abordagens. No início dos anos 30, inicia-se a construção do conceito que atualmente se conhece como Nova Economia Institucional (NEI), quando Coase (1937, p.19) apresenta que “se a produção é regulada pelo movimento de preço, a produção poderia ser realizada sem qualquer organização, bem poderíamos perguntar, por que existe alguma organização?”.

Um relevante aspecto relacionado à NEI é que as instituições sociais e econômicas são constituídas com a finalidade de serem resolutivas quanto às dificuldades de operação cooperativa entre pessoas, com distintos níveis de eficiência em sociedades distintas (COASE, 1993).

Williamson (1996) discute a importância de uma abordagem que inclui organização, economia e leis, em que o sobreamento entre as três visões tendem a refletir de forma mais adequada a realidade do ambiente das firmas.

Dessa forma, o papel das firmas passa a ser analisado, especialmente no que tange sua adaptabilidade ao ambiente dinâmico e com constantes mudanças.

Ocorre, portanto, uma evolução incremental das instituições. Os comerciantes investem em construção de conhecimento e habilidades de forma contínua e incremental, alterando a estrutura institucional básica, como costumes, preceitos e regras formais. O grupo de instituições compõe a matriz institucional, que é dependente da trajetória, ou seja, é resultado do desenvolvimento histórico das instituições daquela sociedade.

A matriz institucional fornece a estrutura de incentivos da economia, favorecendo o desenvolvimento do Estado para assumir a proteção e execução dos direitos de propriedade de forma impessoal. As organizações interagem entre si e com

a matriz institucional, reduzindo custos de transação, cuja redução amplia produtividade e desempenho das sociedades ao longo do tempo (NORTH, 1991).

As instituições econômicas representam padrões de comportamento construídos a partir de aspectos sociais e históricos, que por sua vez moldam e ordenam relacionamentos entre os indivíduos e seus grupos, de forma a produzir modelos relativamente estáveis (FUCK; BONACELLI, 2009).

O risco e incerteza são conceitos importantes na identificação do papel das instituições, sendo que o risco é considerado como previsível e pode ser incorporado ao custo, enquanto a incerteza não é previsível ou incorporável ao custo. Reforça-se, dessa forma, que o papel relevante das instituições na sociedade, ao minimizar incerteza e definir estrutura estável para o relacionamento entre as pessoas (NORTH, 1990).

Segundo Farina (1999, p.) , ao discutir sobre as lacunas que os contratos não consideram, reforça que “em um ambiente de incerteza, os agentes não conseguem prever os acontecimentos futuros”. Em termos de custos de transação, as instituições os reduzem por troca, de modo que os ganhos potenciais do comércio sejam realizáveis.

A especificidade dos ativos é uma característica das transações vinculada à perda de valor dos ativos envolvidos na transação, caso não se concretize ou exista o rompimento contratual. Os termos constituintes de um contrato possuem relação direta com a especificidade dos ativos envolvidos e também do nível de incerteza. Quanto mais específico o ativo e maior a incerteza, maior a complexidade dos contratos (ZYLBERSZTAIN; NEVES, 2000).

A instituições se relacionam através de contratos, o que vincula este relacionamento aos custos de transação. Segundo Rocha Júnior (2004, p.301), “o mercado e firma não se relacionam somente pelo sistema de preços”, mas pelo contrato, o qual, muitas vezes, tem a similaridade dos contratos firmados entre empresa e trabalhadores.

A racionalidade limitada e oportunismo são dois pressupostos comportamentais dos agentes econômicos, que não conseguem ser totalmente racionais, independente do seu esforço, e possuem a vontade de saírem vitoriosos, aproveitamento as oportunidades disponíveis (STRASSBURG, 2016).

A racionalidade limitada está vinculada à limitação dos agentes em relação ao conhecimento de todas as alternativas possíveis, eventos que poderão acontecer, entre outras questões fora da possibilidade do agente.

Segundo Simon (1978), a racionalidade limitada está relacionada às deficiências em relação ao domínio de todas as alternativas, incerteza sobre eventos externos relevantes e incapacidade de dimensionar consequências.

2.1.1 Ambiente institucional

O ambiente institucional é onde se apresentam as regras, formais e informais, para o funcionamento da economia. A abordagem das instituições como formadoras das regras para o funcionamento da sociedade, formulada por North (1990), engloba as chamadas “regras formais” definidas pelo estado através de leis e constituições; e as “regras informais” que são impostas por um grupo relevante na sociedade. Ambas possuem o caráter de moldar a interação humana, definindo um rumo para o intercâmbio humano, nas esferas política, social e econômica (GREIF & KINGSTON, 2011).

O trabalho de North tornou os estudos organizacionais um importante tópico de pesquisa nos campos da ciência política e econômica nos últimos anos (SCHOFIELD & CABALLERO, 2011). O sucesso desta teoria se dá, principalmente, por considerar o contexto social como fator interveniente nos processos de tomada de decisões e em ações que conduzem às mudanças, assim como a resistência a elas, dentro de uma organização.

Ao considerar os indivíduos como atores que não agem isoladamente e sofrem influência do coletivo, assumimos que a imersão social é um aspecto integrante da racionalidade humana, tornando-se um princípio de ação dentro das organizações (GRANOVETTER, 1985).

As transações entre os agentes possuem incertezas diversas, sendo que sua principal consequência, os custos de transação, como pode-se tomar por exemplo as despesas de medição e execução. De forma a reduzir as incertezas, a sociedade desenvolve as instituições, as restrições que ajustam a interação política, econômica e social. Segundo North (1991, p.97), “as instituições podem ser formais, as leis, ou informais, como costumes e tradições”.

Na perspectiva defendida pela teoria institucional, as organizações fazem parte de um ambiente formado por regras, crenças e valores desenvolvidos e estabelecidos através do relacionamento social (FONSECA; MACHADO-DA-SILVA 2001). A existência deste sistema de preceitos e normas, formais ou informais, acaba por induzir os indivíduos a agir honestamente, assim, essas configurações institucionais podem ser explicadas como um mecanismo para manutenção do pleno funcionamento interno, garantindo a continuidade da organização e o sucesso das estratégias adotadas (LUNDVALL, 2010).

Para Rutherford (1994), a instituição é uma regularidade de comportamento ou regra definida por um grupo social, o qual especifica os comportamentos adequados para situações específicas, sendo capaz de se autopolicar quanto ao cumprimento das regras ou ser policiado por autoridades externas.

As instituições impactam a performance econômica sua implicação sobre o custo de troca e transformação. Associadas à tecnologia utilizada, essas despesas definem os custos de transação e transformação que compõem os custos totais (NORTH, 1990).

Segundo North (1991), as restrições econômicas formais ou os direitos de propriedade são especificados e impostos pelas instituições políticas, e a literatura simplesmente os considera como dados. Neste contexto, a questão central da história econômica e das instituições econômicas que criam um ambiente econômico que induz o aumento da produtividade.

Para que as organizações sobrevivam e prosperem, o ambiente institucional deve construir seus valores com base na estabilidade, legitimidade, aceitabilidade social e prestígio (DIMAGGIO, 1988).

2.1.2 Ambiente organizacional

Segundo Rocha Júnior (2004), a dinâmica evolutiva das economias surge da interação entre as instituições, definidas metaforicamente respectivamente como “os jogadores” e “as regras do jogo”.

O ambiente organizacional, no qual esta dinâmica evolutiva e seus atores estão inseridos, é definido por meio da bibliografia como um conjunto de ações e tendências de instituições externas e internas de uma organização, capazes de influenciar o

desempenho da empresa através de diferentes elementos, os quais juntos compõem o contexto da organização. (FONSECA; MACHADO-DA-SILVA, 2001).

Rocha Júnior (2004) ainda explica que o ambiente organizacional envolve desde questões estruturais de uma empresa até aspectos intrínsecos ao seu desempenho, e é composto essencialmente por 4 variáveis: ambiente, organização, grupo e indivíduo. O autor ainda afirma que diversos fatores podem vir a impactar negativamente ou gerar novas oportunidades para a empresa, por meio destes aspectos.

As organizações podem possuir configurações distintas e responder ao mercado de maneira distinta, suportando todo o funcionamento do sistema que compõe o ambiente organizacional. Elas podem ainda ser entendidas como unidades ajustáveis, moldadas de acordo com os objetivos específicos em um conjunto de atividades e ações coordenadas conscientemente por um grupo de pessoas (SOBRAL, 2012).

Para Rocha Júnior (2004), o ambiente pode ser entendido como um conjunto de fatores internos e externos que permeiam determinada organização, abrangendo tudo que está conectado de alguma maneira com o negócio, envolvendo outras empresas e grupos - sejam eles internos ou externos - a sociedade em geral, a comunidade e a população ao redor da empresa, clientes, fornecedores, entre outros.

Segundo Strassburg (2016), as organizações são compostas por uma combinação intencional de pessoas e de recursos tecnológicos com interesses de cooperar, adequando-se e adaptando-se aos ambientes que podem sofrer mudanças para atender as exigências do mercado.

As organizações são compostas por pessoas, as quais são as responsáveis pelas tomadas de decisões relativas aos objetivos da organização e são as encarregadas de realizar o conjunto de ações em prol destes objetivos. (SOBRAL, 2012). Em suma, as organizações são dependentes do recurso humano para manusear todo o processo decisório e produtivo, tornando este recurso como o mais valioso dentro da organização.

Segundo Gomes (2003), manter as pessoas motivadas é um dos maiores desafios da gestão organizacional e, paradoxalmente, é um dos pontos mais negligenciados. A vantagem competitiva de uma organização pode ser alcançada mediante a implementação de processos ágeis, normas ISO e planejamento estratégico. Porém se o fator humano for negligenciado, e as pessoas não estiverem

incentivadas o suficiente para colaborar com o crescimento da organização, improvável que esta vantagem será alcançada ou mantida.

Independentemente de seu segmento, as organizações sempre irão possuir um ambiente físico e interno, que possui grande impacto no desempenho e no cumprimento dos objetivos das organizações. Administrar este espaço da melhor forma considerando os fatores mencionados acima (externos, internos, humanos etc.), é de responsabilidade dos gestores, e, portanto, são indispensáveis à realização de análises periódicas de potenciais, oportunidades e de riscos para as organizações.

No contexto dos sistemas agroindustriais, nota-se que quando mais coordenados e estruturados, de forma mais rápida se adequam às exigências do consumidor. Sua análise parte do entendimento de diversos componentes como produção, ambiente organizacional e ambiente institucional (TWENGE, 2020).

2.1.3 Ambiente tecnológico

Segundo Rocha Júnior (2004), a tecnologia é um dos principais fatores que influenciam a competitividade das organizações. Juntamente com o ambiente institucional e organizacional, definem o ambiente competitivo de uma atividade econômica, estabelecendo condições para as ações e estratégias dos agentes econômicos (STRASSBURG, 2016; STRASSBURG; OLIVEIRA; ROCHA JR., 2019).

A caracterização do ambiente institucional considera as etapas de (i) identificação das tecnologias disponíveis; (ii) identificação do atual estágio tecnológico e dos desafios para a inovação; (iii) oportunidades e desafios impostos ao setor quanto ao acesso e adoção de novas tecnologias.

Dosi (1982) define tecnologia como agrupamento de entendimento práticos e teóricos relacionados a processo exitosos ou não, considerando, desta forma, como uma abordagem de maior complexidade do que tratar somente como produtos e soluções.

As organizações que ocupam posição de liderança setorial se esforçam para manter esta posição; e uma das estratégias para isso é a inovação tecnológica. Segundo Strassburg (2016, p.76), “a organização seguidora é aquela que sempre está correndo atrás, tentando acompanhar os líderes, imitando, copiando e tentando fazer igual, investindo pouco em criatividade”.

Ainda segundo o autor, outras variáveis com o tempo podem ter influência sobre o paradigma tecnológico, e a combinação de fatores econômicos, institucionais e sociais devem ser consideradas. Afirma ainda que o ambiente tecnológico diz respeito à forma como as novas tecnologias dão origem a mercados e também a oportunidades (STRASSBURG, 2016).

O ambiente organizacional engloba cinco dimensões: Tecnológico, Sociocultural, Ecológico, Legal e Macroeconômico. Rocha Júnior (2004) esclarece que as organizações são sistemas abertos. Deste modo, o ambiente tecnológico possui impacto dentro das organizações, influenciando tendências e as condições gerais.

O principal ponto é que as condições tecnológicas influenciam a competitividade das empresas no mercado. Esse fator torna-se ainda mais relevante quando se trata de tecnologia sujeita a inovações, ou seja, tecnologia dinâmica e de futuro imprevisível. Assim, manter-se atualizado sobre as tendências da evolução tecnológica é uma estratégia organizacional para garantir a competitividade e manutenção das empresas (TWENGE, 2020).

2.1.4 Path dependence

A *path dependence* se pauta na explicação do uso contínuo de um produto ou a prática com base na preferência ou utilização histórica. Dessa forma, uma empresa pode persistir no uso de um produto ou prática, mesmo se as alternativas mais novas e eficientes estiverem disponíveis. Isso ocorre devido ao fato de que geralmente é mais fácil ou mais econômico continuar ao longo de um caminho já definido do que criar um inteiramente novo.

No contexto da abordagem histórico-institucionalista da ciência política, a *path dependence* ocorre através de uma abordagem em que as instituições mudam menos do que o esperado e restringem o progresso. O motivo da falta de mudança é que os formuladores de políticas fazem suposições, tomam decisões cautelosas e não aprendem com a experiência.

Balaz e Wiliams (2007) explicam que a *path dependence* existe quando o resultado de um processo depende de sua história passada, de uma sequência de

decisões feitas por agentes e seus resultados, e não apenas das condições contemporâneas, de forma que o desenvolvimento futuro de um sistema econômico é impactado pela trajetória percorrida.

Para Johnson, (2007) a teoria da *path dependence* organizacional fornece apenas explicações para tipos muito específicos de persistência institucional e inércia estrutural. O autor explica que a concepção-chave da teoria afirma que o caminho de desenvolvimento de um sistema econômico depende de eventos passados e é *dependente do tempo*. Em outras palavras, a trajetória de um sistema depende do caminho que o sistema seguiu até aquele momento. A forma desse caminho, no entanto, nunca é predeterminada, como *choques aleatórios exógenos*, *eventos estocásticos* ou *acidentes da história*, bem como potenciais imprevisíveis e não determináveis *bifurcações* e mudanças; e transições estruturais sistêmicas que influenciam o desenvolvimento e o sistema econômico complexo.

A teoria também pode ser resultado de uma incapacidade ou relutância em se comprometer com a mudança devido às implicações de custo. Uma cidade construída em torno de uma fábrica é um bom exemplo. Idealmente, uma fábrica está localizada longe de áreas residenciais por vários motivos. No entanto, as fábricas geralmente são construídas primeiro, e as casas e instalações dos trabalhadores são construídas nas proximidades. Seria muito caro mudar uma fábrica já estabelecida, embora serviria melhor à comunidade se estivesse localizada nos arredores da cidade. Em suma, se quisermos descrever os sistemas econômicos de forma adequada, precisamos estar cientes de sua natureza e ter em mente que a *realidade que observamos* muitas vezes representa *apenas uma realização possível* e que outras realizações, que eram igualmente ou até mais prováveis no passado, poderiam ter sido completamente diferente do que então se tornou o padrão (MARTIN; SUNLEY, 2006).

A alegação *path dependence* é que vantagem menor, temporária ou uma vantagem supostamente inconsequente para alguma tecnologia, produto ou padrão pode ter influências importantes e irreversíveis na alocação de recursos do mercado final, mesmo em ambiente definido por definições voluntárias e comportamento de maximização individual (GONÇALVES; VIEIRA; STALLIVIERI, 2016).

Diante disso, a teoria pode interferir nas estratégias internas das empresas, às vezes em detrimento do negócio. Por exemplo, a maioria das empresas tem um produto ou sistema central que estabelece sua presença no mercado. Com o tempo,

produtos e métodos rivais podem aparecer no mercado, representando oportunidades mais competitivas ou lucrativas. A *path dependence* pode contribuir para uma relutância ou incapacidade de investir em inovações com visão de futuro (JOHNSON, 2007).

As características da economia variam de padrões técnicos de pequena escala a instituições e padrões de desenvolvimento econômico de grande escala. Várias das características mais proeminentes da economia são os padrões técnicos (JOHNSON, 2007).

Arthur (1989) analisa que existem três resultados de eficiência possíveis em que um processo dinâmico exibe uma dependência sensível das condições iniciais. Inicialmente, essa sensibilidade pode não causar danos. Ou seja, ações iniciais, talvez insignificantes, colocam-nos em um caminho que não pode ser deixado sem algum custo, mas esse caminho passa a ser ótimo.

2.1.5 Custos de transação

Ao definir transações, Williamson (1985, p.1) apresenta “o evento que ocorre quando um bem ou serviço é transferido através de uma interface tecnologicamente separável”. Sendo que podem ser compreendidas como uma relação contratual, visto que abrangem processo interativo e acordos intertemporais entre os envolvidos.

Para a construção de contexto da organização econômica, é importante considerar as despesas *ex post*, relacionadas à adaptação das novas condições. Ao considerarmos estes custos em casos concretos, pode-se assumir quatro possíveis formas descritas por Williamson (1985):

- custos de má adaptação, quando não ocorre conforme as expectativas iniciais, como em situações de fornecimento de insumos e componentes que não atendem padrões de qualidade ou aos prazos de entrega requeridos, determinando interrupções ou mudanças alterações na produtividade, produção com defeitos, etc;
- custos vinculados a esforços em ajustar e reparar o desempenho das transações, identificados como ampliação dos custos indiretos ou alocação de horas de pessoas de produção em ações de negociação;

- custos de montar e manter estruturas gerenciais para estas transações, considerando, neste caso, as pessoas e materiais direcionados pela organização para controlar e administrar as transações;

- custos solicitados para realizar compromissos, produzindo garantias de que não existe intencionalidade oportunista, como o recolhimento de taxas nos casos de franquias ou outros pagamentos relacionados à definição de códigos de confiança.

Os economistas classificaram as transações entre e dentro das organizações como aquelas que (a) apoiam a coordenação entre compradores e vendedores, ou seja, transações de mercado, e aquelas (b) que apoiam a coordenação dentro da empresa (DOWNEY, 2021).

Williamson (1981) apontou que a escolha da transação depende de uma série de fatores, incluindo a especificidade do ativo, os interesses das partes na transação e a ambiguidade e incerteza na descrição da transação. As transações podem ser divididas em custos de produção e coordenação. Nesse contexto, os custos de coordenação incluem os custos de transação (governança) do tratamento da informação necessária para administrar o trabalho dos recursos humanos e máquinas que executam processos primários.

Os custos de transação podem ser vistos como o equivalente econômico do atrito em um sistema físico; ou seja, se o atrito for muito grande, nenhum ou pelo menos um movimento impedido ocorrerá, sugerindo que se os custos de transação forem altos, pouca ou nenhuma atividade econômica provavelmente ocorrerá.

Os custos de transação são passíveis de agrupamento em quatro tipos:

- Custos de pesquisa: despesas com de pesquisa de produtos, vendedores e compradores;
- Custos de contratação: são os custos de criação e execução do contrato;
- Custos de monitoramento: são as despesas vinculadas à garantia de que os termos contratuais foram realizados conforme acordado;
- Custos de adaptação: quando o custo incorrido é utilizado para fazer alterações durante a vida do contrato;

Downey (2021) explica que as empresas escolherão transações que economizem nos custos de coordenação. Conforme se desenvolvem melhorias, e redução de custos, nos campos de sistemas de informação e de comunicação, o custo unitário das transações de coordenação se aproximará de zero, permitindo, assim, o

projeto de transações de coordenação inovadoras para atender às novas necessidades de negócios.

Para Wigand (2003), os custos de transação são os pagamentos que bancos e corretores recebem de compradores e vendedores por suas atribuições, e se apresentam como de alto impacto nos retornos líquidos.

Williamson (1985) ainda explica que a teoria dos custos de transação visa responder à questão de quando as atividades ocorreriam dentro do mercado e quando elas ocorreriam dentro da empresa, mais especificamente, a teoria dos custos de transação prevê quando as formas de governança de hierarquias, mercados ou híbridos (por exemplo, alianças) serão usadas.

O autor teorizou que, se as atividades seriam internalizadas dentro de uma empresa, dependia de seus custos de transação. Ele via as transações amplamente como transferências de bens ou serviços entre interfaces e argumentou que, quando os custos de transação eram altos, internalizá-la em uma hierarquia era a decisão apropriada. Por outro lado, quando os custos de transação eram baixos, comprar o bem ou serviço no mercado era a opção preferida.

Três dimensões foram desenvolvidas para caracterizar as transações: incerteza, frequência e especificidade do ativo, ou o grau em que as despesas específicas da transação foram incorridas com interesse próprio e astúcia.

David e Han (2004), em pesquisa que se constitui como uma revisão da literatura empírica sobre a teoria dos custos de transação, concluíram que as descobertas sobre a especificidade dos ativos geralmente apoiam a teoria. Concomitantemente alega que as descobertas para a incerteza foram misturadas e que existe um suporte empírico considerável para previsões sobre hierarquias versus mercados, mas menos suporte existia para previsões sobre a escolha de híbridos em vez de mercados ou hierarquias.

Argyres e Zenger (2012) observaram que os custos de transação e as capacidades estão interligados ao longo do tempo: as decisões de governança anteriores afetam o desenvolvimento das capacidades atuais e as capacidades atuais afetam as futuras decisões de governança. A pesquisa atual concentra-se em articular a relação entre capacidades e custos de transação.

Dessa forma, pode-se concluir que a Economia dos Custos de Transação apresenta um modelo analítico que possibilita explicar as diferentes decisões no que tange as estruturas de governança das cadeias produtivas, com a decisão final sendo

tomada no sentido de se construir uma estrutura de governança que, ao coordenar, faça-o com a finalidade de reduzir os custos de transação entre os diferentes agentes da cadeia (DAVID; HAN, 2004).

2.1.6 Racionalidade limitada e oportunismo

A rotina de operações de uma organização empresarial envolve um conjunto infinito de variáveis que influenciam no desempenho da empresa cada uma à sua maneira, sendo elas: cliente, equipe, fornecedores, matérias-primas, acionistas, etc. Mensurar, mapear, classificar, mitigar e/ou potencializar os efeitos causados por estas variáveis é uma tarefa dos gestores, que devem ser treinados para analisar estas causas e efeitos de maneira crítica e tomar decisões certas a fim de minimizar prejuízos ou explorar oportunidades benéficas que podem surgir.

Segundo Begnis, Estivalet e Pedrozo (2007), os seres humanos são organismos sociais em constante evolução, o que lhes garante certa capacidade adaptativa nas diferentes situações a que se veem submetidos, ao mesmo tempo em que as interferências sociais aliadas ao conhecimento humano refletem em como as suas decisões são tomadas.

Nesse contexto, Herbert Simon criou a Teoria das Decisões com o objetivo de descrever o comportamento humano no ambiente da organização, em que cada indivíduo toma suas decisões de forma racional e as empresas são vistas como um sistema de decisões (MORITZ, 2015).

O modelo da Racionalidade Limitada influenciou na Teoria das Decisões. Este relata que um gestor não terá acesso a todos dados e informações para tomada de decisão, seja pelas limitações de capacidade física, de percepção e raciocínio para o processamento de tantas informações, além dos custos envolvidos, mas que essas informações sejam ao menos suficientes para auxiliar na tomada de decisão e reconhecer possíveis riscos (MORITZ, 2015).

A racionalidade limitada supõe que o indivíduo está comprometido a realizar seu melhor, porém muitas vezes somente seus esforços não serão suficientes, pois a teoria da racionalidade limitada infere que sempre haverá um nível de incerteza involuntária associada às tomadas de decisões, devido à falta de informações e recursos para buscá-las (SIMON, 1983).

Simon (1983) reitera que a racionalidade é limitada, pois o ser humano utiliza métodos heurísticos para buscar, selecionar e interpretar as informações, o que limita seu nível de racionalidade.

Williamson (1993) apresenta que a racionalidade limitada está aplicada ao contexto de transações econômicas nas organizações. Ambas as partes envolvidas buscam efetuar decisões econômicas assertivas, mas sempre podem fazê-las, estando limitadas à falta de informação e/ou a capacidade cognitivas da racionalidade humana.

Para Dequech (2001), a expressão 'racionalidade limitada' pode ser aplicada ao contexto em que os indivíduos e as organizações tenham que lidar com questões que estão em um nível de complexidade acima que suas capacidades, limitando, portanto, o resultado final. No caso da elaboração de contratos, o resultado insatisfatório poderá demandar a necessidade de realização de ajustes futuros no contrato original, a fim de atenuar possíveis distúrbios ou ações oportunistas que sinalizem como um risco à organização.

O comportamento oportunista é a raiz de diversos problemas nas transações financeiras e é descrito por Williamson (1985, p.47) como

responsável por condições reais ou inventadas de assimetria de informação, que complicam enormemente os problemas de organização econômica.

Williamson (1985) ainda classifica o oportunismo em 3 níveis: oportunismo forte, oportunismo semiforte e o oportunismo fraco. O forte envolve o uso de condutas não convencionais e de certa forma ilegais, como mentir, roubar e trapacear, bem como gerar assimetria de informações através de omissão, distorção e adulteração de dados considerados relevantes em uma negociação. A forma semiforte se manifesta quando os agentes econômicos agem eticamente durante o estabelecimento de contratos, porém agem de forma egoísta, buscando obter vantagens. A forma fraca se apresenta quando o indivíduo age de forma oportunista sob a influência de fatores externos, como ideologias e política (FARINA; AZEVEDO; SAES, 1997).

Para Zylbersztajn (1995), o oportunismo é baseado na não-cooperação dentro de uma organização, em que os interesses pessoais prevalecem sobre o atingimento

dos objetivos da organização. Isso desestimula diretamente ações de confiança, generosidade, boas práticas entre os envolvidos.

Para Hawkins et al. (2008), o oportunismo, ou a busca de interesse próprio com astúcia parece ser um comportamento comum nas trocas de negócios, em grande parte, devido à intensa competição.

Kupfer e Hasenclever (2013, p.172) relatam que os custos de transação decorrem de um conjunto de hipóteses: “racionalidade limitada, complexidade e incerteza, oportunismo e especificidade de ativos”.

Embora haja pensamento racional na tomada de decisão, o ser humano apresenta limitações e o autor afirma ainda que o conjunto de hipóteses pode gerar assimetrias de informação (KUPFER E HASENCLEVER, 2002,). Ainda somado a um ambiente complexo, deparamo-nos com a adoção de iniciativas oportunistas pelos gerentes.

Ainda segundo os autores, uma atitude oportunista pode ser definida como a aplicação do know-how do gerente em identificar e aproveitar as oportunidades no meio.

Wathne e Heide (2000) definem o oportunismo como o comportamento de busca de interesse próprio dos fornecedores, incorporado em tentativas calculadas de enganar, reter esforços, evitar o cumprimento de requisitos ou não ser totalmente verdadeiro.

Ainda sobre o oportunismo, Wathne e Heide (2000) destacam que o esforço contínuo para melhorar seu desempenho cria o potencial para os tomadores de decisão escolherem se comportar de forma oportunista. Nas relações fabricante-fornecedor, oportunismo inclui comportamentos de parceiros que exploram passivamente ou ativamente o relacionamento em seu próprio benefício que pode restringir a criação de valor ou pode corroer outros resultados de troca.

Uma revisão da pesquisa que inclui o oportunismo revela certos padrões teóricos. Por exemplo, um dos princípios centrais da teoria da análise de custos de transação (TCA) é que se presume que o oportunismo está presente entre os parceiros de troca. Consequentemente, a maioria das pesquisas empíricas que incluem oportunismo está embutida na teoria do TCA. Essa teoria sugere que, dada a oportunidade, os parceiros de negócios se comportarão de forma oportunista quando for lucrativo levando a custos de transação mais elevados (JOHN, 1984).

Morgan e Hunt (1994) mostram que, quando uma das partes acredita que um parceiro se envolve em um comportamento oportunista, tais percepções levarão a uma diminuição da confiança. Os autores ainda sugerem que o oportunismo tem um efeito indireto negativo sobre o compromisso por meio da confiança. Dessa forma, o fornecedor que se envolve em comportamento oportunista pode reter informações críticas, deturpar fatos materiais, fugir de obrigações, deixar de cumprir promessas ou tirar vantagem de seus parceiros comerciais com pouco respeito pelos princípios. Tal comportamento sinaliza suspeita, gera má vontade e incita ressentimento (por parte do fornecedor em relação ao fabricante). Espera-se que esses sentimentos evitem o desenvolvimento de um compromisso de relacionamento (do fabricante) (com o fornecedor).

Begnis, Estivalet e Pedrozo (2007) averiguam em um estudo os compromissos comuns e o impacto do oportunismo sobre as cooperações e integração no setor de fumo no sul do Brasil. Os autores analisam fatores que estimularam a quebra oportunista de contratos na cadeia produtiva do setor, destacando a contribuição dos agentes atravessadores, que intervencionam de forma negativa nos contratos, fere a confiança, que é atributo indispensável das parcerias, e coloca em risco a sustentabilidade e a competitividade do setor.

2.1.7 Qualidade ambiental

O estudo da relação entre a renda nacional e a qualidade ambiental tornou-se de grande interesse para economistas, formuladores de políticas e para o público em geral. Esse interesse não é apenas expresso dentro das fronteiras nacionais, mas também é refletido por conflitos crescentes entre as preocupações ambientais globais e a política de desenvolvimento econômico global (MAZZETO, 2000).

A qualidade ambiental procura métodos de mensurar o efeito das transformações no meio ecológico e social sobre o bem-estar dos seres vivos integrantes do ecossistema, em especial na sociedade humana. Estes métodos são fundamentados em normas e padrões pré-estabelecidos, que definem as condições ambientais ideais para a nossa existência. Sendo assim, é uma ferramenta imprescindível para a preservação da vida, além de ser extremamente relevante para a superação dos desafios enfrentados pela sociedade contemporânea (MACHADO, 1997).

De maneira geral, a qualidade do meio ambiente é um dos fatores com maior influência sobre os índices de qualidade de vida em uma sociedade. Machado (1997) corrobora essa afirmação, destacando a relação indissociável entre a vida e o meio ambiente, que acaba por conectar intimamente a qualidade ambiental com a qualidade de vida.

Essa conexão se dá por meio de uma interação de equilíbrio que varia em escala em função do tempo e espaço. Assim, os padrões de qualidade ambiental na cidade e no campo variam de acordo com o contexto no qual serão aplicados, por exemplo, os padrões aplicados em regiões urbanas são diferentes dos padrões de regiões rurais. Essa variabilidade deve acompanhar o contexto da região específica, pois a qualidade ambiental é influenciada pelas políticas adotadas em todas as esferas: federal, estadual, municipal, pública e privada (MACHADO, 1997).

Outro aspecto fundamental para a construção da definição da qualidade ambiental é a questão da percepção dos indivíduos. Essa influência, observada por Foresti e Hamburger (1997), considera o comportamento humano de reputar atributos negativos e positivos à qualidade ambiental. Através das nossas habilidades sensoriais, é possível definir que, por exemplo, a poluição visual, sonora, degradação do espaço urbano e a industrialização descontrolada trazem impactos negativos em nossa qualidade de vida. Por outro lado, atributos positivos como conservação da vegetação e a urbanização planejada impactam positivamente o nosso bem-estar.

Em síntese, o crescimento populacional, sistemas de produção predatórios e hábitos de consumo desenfreados integram os principais desafios do século XXI, muitas vezes refletindo na degradação irreversível do meio ambiente. As mudanças climáticas, bem como a degradação do espaço urbano, atingem a todos, mas afetam principalmente os grupos e populações marginalizadas que estão mais suscetíveis a eventos climáticos extremos (ROBINSON, 2021).

Recentemente estamos acompanhando o impacto das chuvas extremas sobre áreas urbanas vulneráveis, onde a falta de planejamento da ocupação urbana, somada ao aumento de eventos climáticos extremos, resultam em tragédias cada vez mais recorrentes nos noticiários (SOUZA, 2015). Esse cenário eleva a preponderância da discussão do efeito da qualidade ambiental sobre a qualidade de vida da sociedade moderna.

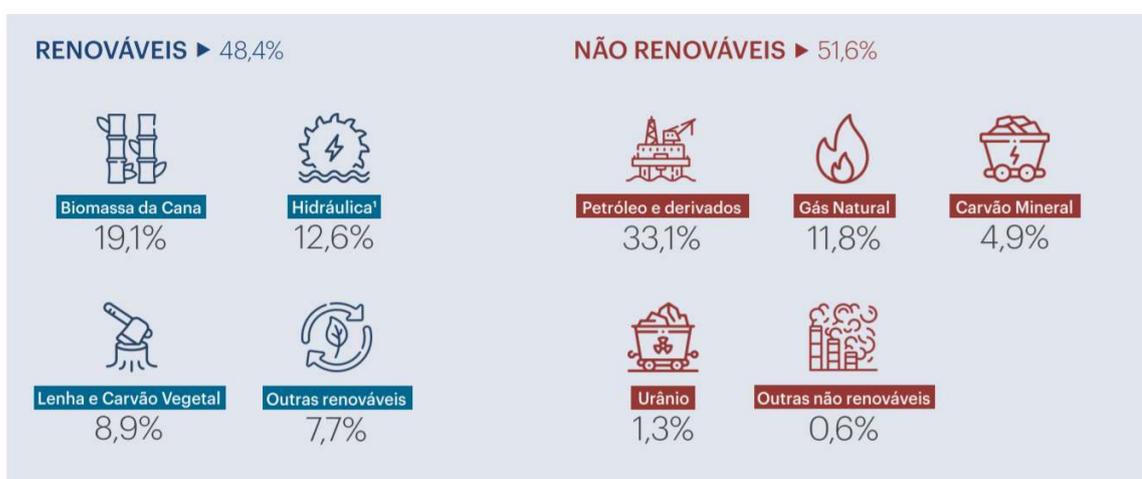
Diversos aspectos contribuem para a ocorrência dessas catástrofes e, conseqüentemente, para a redução dos índices de qualidade ambiental, como, por exemplo, a concentração populacional demasiada, planejamento urbano e saneamento precário, falta de componentes originais da natureza, como solo permeável, água e vegetação (GOMES & SOARES, 2004).

Deste modo, a concepção de um ambiente que proporcione uma boa qualidade de vida se constitui em um conceito multidimensional, que engloba diversos aspectos que afetam a vida humana (PEREIRA et al., 2012). Assim, é importante a manutenção de uma composição paisagística que privilegie, sobretudo, a integração da vegetação com espaços públicos destinados ao lazer e edificações que respeitem um padrão urbanístico, garantindo acesso a saneamento básico e segurança (GOMES & SOARES, 2004).

2.2 Matriz energética brasileira

As fontes de energias renováveis são muito importantes na busca por sustentabilidade energética e descarbonização do setor de energia (FREITAS, *et al*, 2018). O Brasil possui matriz energética 48,4% atendida por fontes renováveis e 51,6% por fontes não renováveis, sendo que a média mundial de atendimento por fontes renováveis é de 13,8% (EPE, 2021). A oferta interna de energia possui diversas fontes renováveis e não renováveis, como descrito na Figura 1.

Figura 1 - Oferta Interna de Energia no Brasil



Fonte: EPE (2021).

A categoria “outras renováveis”, responsável por 7,7% da Oferta Interna de Energia, inclui, entre sete subcategorias, o biogás, sendo que a participação corresponde a 1,4% do total da categoria. A tabela 01, a seguir, apresenta as sete subcategorias de “outras renováveis”, considerando o equivalente energético em 2019 e 2020. Em um ano, o crescimento do biogás, de 15,7%, só não foi superior a fonte solar, que cresceu 61,5%.

Em relação ao consumo de energia, destacam-se as indústrias (32,1%) e transportes (31,2%), que juntos respondem por mais de três quintos da energia nacional; já o setor energético consome 11,2%, o residencial 10,8%, o agropecuário 5,1%, serviços 4,7% e outros consumos 4,9% (EPE, 2021).

A matriz elétrica nacional é composta por 65,2% hidroelétricas, 8,8% eólica, 8,3% gás natural, 1,7% solar e 16% por outras fontes (EPE, 2021). Na matriz elétrica nacional, a representatividade de fontes renováveis é de 84,8%.

Tabela 1 - Participação por fonte entre Outras Renováveis

| Outras Renováveis (10³ tep) | 2019 | 2020 | Δ 20/19 |
|---|---------------|---------------|----------------|
| Lixívia | 8.948 | 9.576 | 7,0 % |
| Biodiesel | 4.878 | 5.300 | 8,6% |
| Eólica | 4.815 | 4.906 | 1,9% |
| Outras Biomassas | 1.149 | 1.139 | -0,9% |
| Solar | 572 | 924 | 61,5% |
| Biogás | 269 | 311 | 4,3% |
| Gás industrial de carvão vegetal | 81 | 85 | |
| Total | 20.712 | 22.241 | 7,4% |

Fonte: Fonte: EPE (2021).

Sobre o uso das energias renováveis, FREITAS et al. (2018, p.146) indica que “oferece a oportunidade de conter o esgotamento das fontes de combustível fóssil, bem como reduzir os impactos do uso indiscriminado de fontes não renováveis”.

O biogás, em relação às demais fontes, possui um atributo muito relevante, a despachabilidade, uma vez que é passível de armazenamento e utilizado à

conveniência da demanda energética. Portanto, é considerado uma fonte de energia estratégica, pois pode ser acionada e desligada de acordo com sua disponibilidade (CIBIOGAS, 2020). Esta é uma característica muito valorizada e presente apenas em hidrelétricas ou termelétricas (carvão, urânio enriquecido, gás natural, diesel, entre outros).

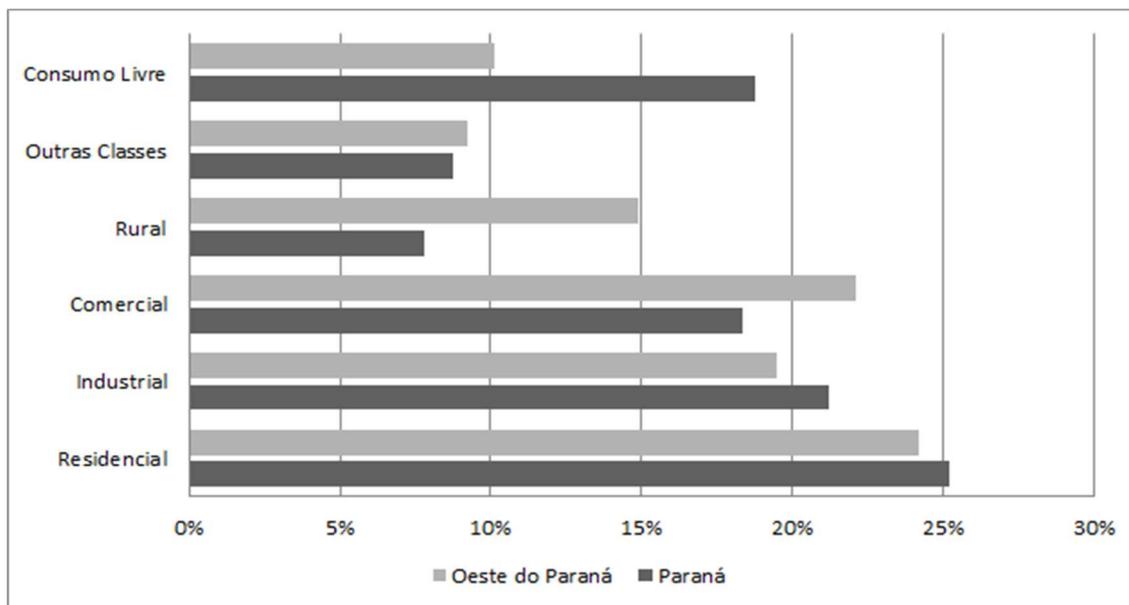
2.2.1 Energia elétrica no Oeste do Paraná

Considerando o período 2002 a 2015, o consumo de energia elétrica no Estado aumentou de 17,9 para 28,4 milhões de MWh. Neste mesmo período, o Oeste do Paraná partiu de 1,8 para 3,7 milhões de MWh. Enquanto o Oeste dobrou seu consumo de energia, o Estado aumentou 58,4% seu consumo total no mesmo período. Entre 2002 e 2015, a participação média do Oeste do Paraná no consumo total foi de 11,6%. Sua maior participação foi em 2015, com 13,18%, e a menor, em 2003, com 10,3% (IPARDES, 2019).

Ao analisar os dados de consumo de energia é importante analisar o consumo por setor. Por exemplo, o Oeste do Paraná aumentou em 2 vezes seu consumo nos últimos 14 anos; o setor rural aumentou 2,14 vezes o seu consumo anual de energia elétrica. No Paraná, o aumento de consumo rural foi de 79%, ao comparar 2002 com 2015. A análise setorial permite compreender essa relação de consumo com o setor principal de desenvolvimento da região e destacar a relevância da qualidade da energia elétrica para o crescimento do agronegócio no Oeste do Paraná.

Ao analisar o consumo de energia por setor, encontram-se realidades distintas entre a Região Oeste e o estado. O maior consumidor de energia no estado e na Região Oeste é o setor Residencial, representa 24% do consumo no Oeste e 25% no estado. Em segundo lugar no estado, é o setor Industrial e no Oeste do Paraná o Comercial.

Figura 2 - Distribuição do Consumo de Energia Elétrica no Paraná e Região Oeste PR



Fonte: IPARDES (2019)

A maior diferença ocorre nos setores de consumo livre (industrial) e rural. O consumo livre representa 19% do consumo estadual e somente 10% do regional. Essa categoria tem relação direta com empreendimentos eletrointensivos, ou seja, unidades que consomem muita energia elétrica, como indústrias. Esses consumidores encontram boas oportunidades no mercado livre de energia.

No caso do consumo rural, sua participação no consumo total de energia é maior no Oeste do Paraná em comparação com o Estado. No Oeste, 15% do consumo total de energia é rural e, no Paraná, 8%.

A região Oeste do Paraná é atendida por 21 conjuntos elétricos. Os conjuntos elétricos não atendem a regiões sem uma relação direta com a distribuição política de um território. Ou seja, um município pode ser atendido por mais de um conjunto e um conjunto pode atender mais de um município.

São considerados, em nível de conjunto, dois indicadores, o DEC e o FEC. O DEC indica o intervalo de tempo médio, em horas, em que a unidade consumidora do conjunto considerado sofre interrupção no suprimento de energia elétrica pela concessionária, no período de análise; e o FEC Indica o número de interrupções ocorridas em cada unidade consumidora do conjunto considerado, em média, no período de apuração (ANEEL, 2019).

Avaliando os dados públicos disponibilizados pela ANEEL para os 21 conjuntos identificados no Oeste do Paraná, 4 conjuntos apresentaram resultados fora do limite

permitido para DEC, sendo que um destes apresentou resultado fora do limite para o indicador FEC (POD, 2017).

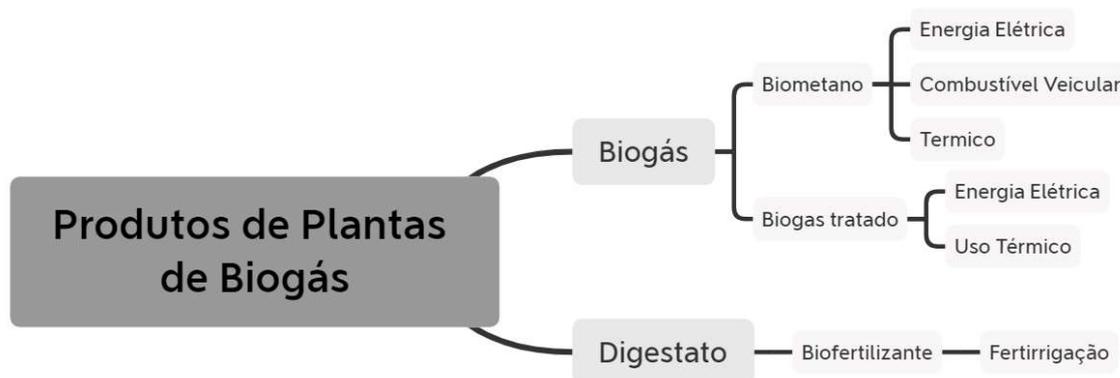
2.3 Panorama do biogás no Brasil

O Brasil é um país com grande potencial de produzir biogás e que pode avançar muito em relação ao energético. Segundo ABIOGAS (2020), o potencial de produção de biogás nacional é 117,1 bilhões de m³/ano, sendo que o setor sucroenergético concentra 49,2% do potencial, a produção agrícola 15,4%, a proteína animal 30,2% e o setor de saneamento somente 5,2%.

O biogás foi fortemente influenciado pelo cenário energético nacional nos últimos anos, principalmente no setor agroindustrial, pois toda a cadeia produtiva do agronegócio está resumida, basicamente, em commodities com economias bastante estreitas.

São diversos os usos dos produtos de plantas de biogás, desde arranjos simples como os de aplicação térmica do biogás tratado até arranjos complexos de produção de metanol a partir do biogás. A figura 6, a seguir, apresenta as aplicações típicas do biogás no Brasil.

Figura 3 - Aplicações Típicas do Biogás



Fonte: Elaborado pelo autor.

Considerando que a principal motivação das plantas de biogás é substituir um energético de custo relevante, a aplicação do biogás costuma ser definida com base nesta substituição, e não necessariamente, considerando os preços médios dos

energéticos no mercado. Aspectos como segurança operacional são de extrema relevância para os projetos em propriedades de proteína animal.

Para os produtores de biomassa residual, o biogás impacta nos custos evitados como:

- Na aplicação do digestato¹ em lavoura ou pastagem, em substituição parcial ou total aos produtos convencionais de adubação;
- Na alimentação de grupos moto geradores para geração de energia elétrica;
- No uso direto em sistemas de bombeamento de água ou digestato;
- No uso térmico em substituição à lenha ou outro combustível, e;
- Como combustível veicular por meio do biogás purificado, denominado biometano.

Segundo os dados do BiogasMap (CIBiogás, 2021), o Brasil possui 638 plantas de biogás em operação no Brasil, com potencial de produção de biogás equivalente a 1,8 bilhões de m³/ano. Para este levantamento, os aterros sanitários são contabilizados como plantas de biogás. No ano de 2020, foram implantadas 148 unidades no Brasil, um crescimento de 22% em relação ao ano de 2019.

Tabela 2 - Aplicações do Biogás no Brasil.

| Aplicação Energética | Quantidade de Plantas (und) | Volume de Biogás (Milhões de m³/ano) |
|-----------------------------|--|--|
| Energia Elétrica | 543 | 1.328,3 |
| Energia Térmica | 81 | 148,5 |
| GNR Biometano | 8 | 334,7 |
| Energia Mecânica | 6 | 7,5 |
| | 638 | 1.819,0 |

Fonte: CIBiogás 2021.

A geração de energia elétrica lidera entre as aplicações do biogás, presente em 85% das plantas de biogás. Em segundo lugar entre as aplicações, temos o uso térmico, correspondendo ao uso do biogás em caldeiras em uso consorciado com outros energéticos, como maravalha, lenha e outros. O uso térmico corresponde a 13% das plantas de biogás. O biometano, presente em somente 8 plantas (1,25% do total), é utilizado para abastecimento veicular e injeção na rede de gás natural. O uso

¹ O Biodigestor possui dois produtos, o biogás e o digestato. O digestato se refere ao efluente líquido dos biodigestores, de alto valor agrônomo.

mecânico, considerado quando o biogás é utilizado diretamente na alimentação de bombas de fertirrigação, está presente em menos de 1% das plantas de biogás brasileiras (CIBIOGAS, 2021).

Um ponto interessante está no fato de que mesmo as plantas de energia elétrica se apresentarem como maioria das plantas e processarem o maior volume de biogás (73% do total) possuem baixo processamento médio por planta de somente 2,4 milhões de m³/ano quando comparado a os outros usos. O biometano, por sua vez, com pouco mais de 1% do total de plantas, processa 18% do total de plantas de biogás, compondo um processamento médio por planta de 41 milhões de m³/ano, o que correspondendo a 17 vezes o biogás processado para geração de energia elétrica (CIBIOGAS, 2021).

A figura 07 apresenta a evolução anual do biogás no Brasil, indicando que até 2007 haviam poucas plantas de biogás e baixo volume de biogás processado. Entre 2008 e 2012, há um importante aumento no número de plantas de biogás, especialmente conectado com os projetos de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), mecanismo criado pela Organização das Nações Unidas (ONU) após a assinatura do Protocolo de Kyoto (MARIANI *et al*, 2019).

A partir de 2012, percebe-se constante crescimento no número de plantas de biogás, sendo que em 2015 e 2016 há um salto na produção anual acumulada, o que indica que entraram em operação grandes plantas, como aterros sanitários, por exemplo.

Figura 4 - Evolução Anual do Número de Plantas e Produção de Biogás no Brasil

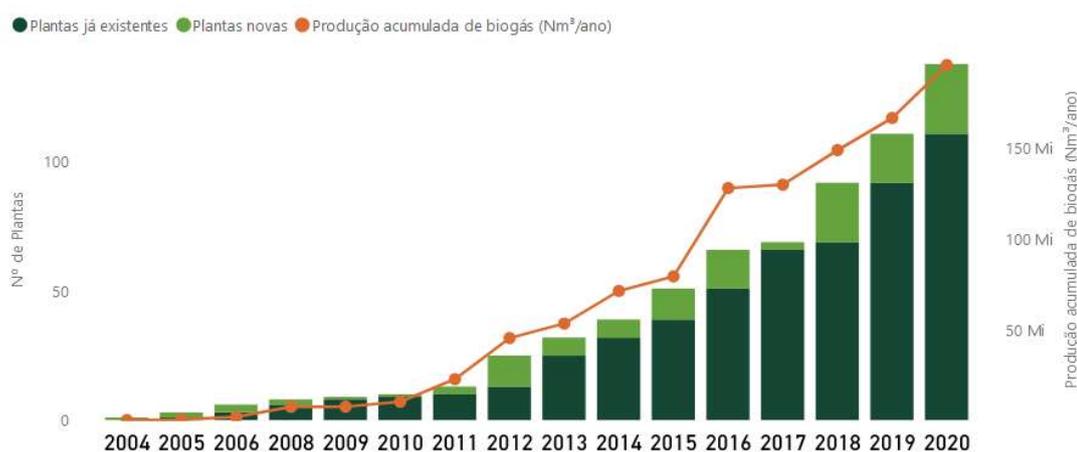


Fonte: CIBiogás (2021)

Ao avaliar o caso do Paraná, percebemos uma curva próxima da curva nacional (Figura 7). O estado possui plantas de biogás operando desde 2004 e se destaca nacionalmente por inovar em modelos de negócios (CIBIOGAS, 2021).

O primeiro projeto de biogás para geração de energia elétrica em geração distribuída a operar no Brasil é do Oeste do Paraná. Ainda nesse local, o primeiro arranjo coletivo de biogás foi implantado em 2009. O primeiro projeto de comercialização de biogás para o poder público também é da mesma região. Na região metropolitana de Curitiba-PR, há planta de biogás de grande porte que encaminha resíduos orgânicos urbanos de diversos clientes para a produção de biogás (BIASI et al, 2018).

Figura 5 - Evolução Anual do Número de Plantas e Produção de Biogás no Paraná



Fonte: CIBiogas (2021)

O Brasil tem a nona maior economia do mundo, impulsionada pela produção agrícola e agropecuária, sendo, o 5º maior produtor de alimentos do mundo. Possui o maior rebanho comercial de gado, o segundo maior de aves e o quarto maior de suínos, além de ser o quinto maior produtor de leite no mundo (FAOSTAT; 2014 e USDA; 2016, 2017).

O agronegócio do Oeste do Paraná possui o potencial de produzir 301 milhões de m³/ano de biogás, representando 35,7% do potencial estadual para a mesma fonte, e pouco mais de 1% do potencial total. O maior representante na região oeste é biogás da suinocultura, que corresponde a 56,8% do potencial de biogás do agronegócio (POD, 2017).

Vale destacar que, nas fontes bovinocultura, avicultura e suinocultura, o potencial está em propriedades rurais distribuídas no território, o que sugere uma estratégia de diversificação de arranjos tecnológicos para alcançar maior viabilidade e alcançar maior número de produtores. Já os laticínios, indústrias de processamento de mandioca e abatedouros são concentradores de resíduos. Estas agroindústrias podem se posicionar com centrais, ao oportunizar que produtores vizinhos, que não encontram viabilidade em projeto individual, participem do empreendimento. Segregando por este aspecto de distribuição, 75,1% do potencial está distribuído em diversos pontos do território e 24,9% concentrado em menor número de pontos (CIBIOGAS, 2021).

Tabela 3 - Potencial de Produção de Biogás

| Atividade | Biogás (milhões de m ³ /ano) | | |
|--|---|------------|---------------|
| | Oeste PR | Paraná | Brasil |
| Bovinocultura | 12 | 83 | |
| Avicultura | 43 | 147 | 16.820 |
| Suinocultura | 171 | 250 | |
| Laticínios | 15 | 78 | 5.720 |
| Indústria de processamento de mandioca | 30 | 190 | 660 |
| Abatedouros | 30 | 120 | 3.600 |
| Total | 301 | 867 | 26.800 |

Fonte: CIBiogás (2019) e Abiogás (2019).

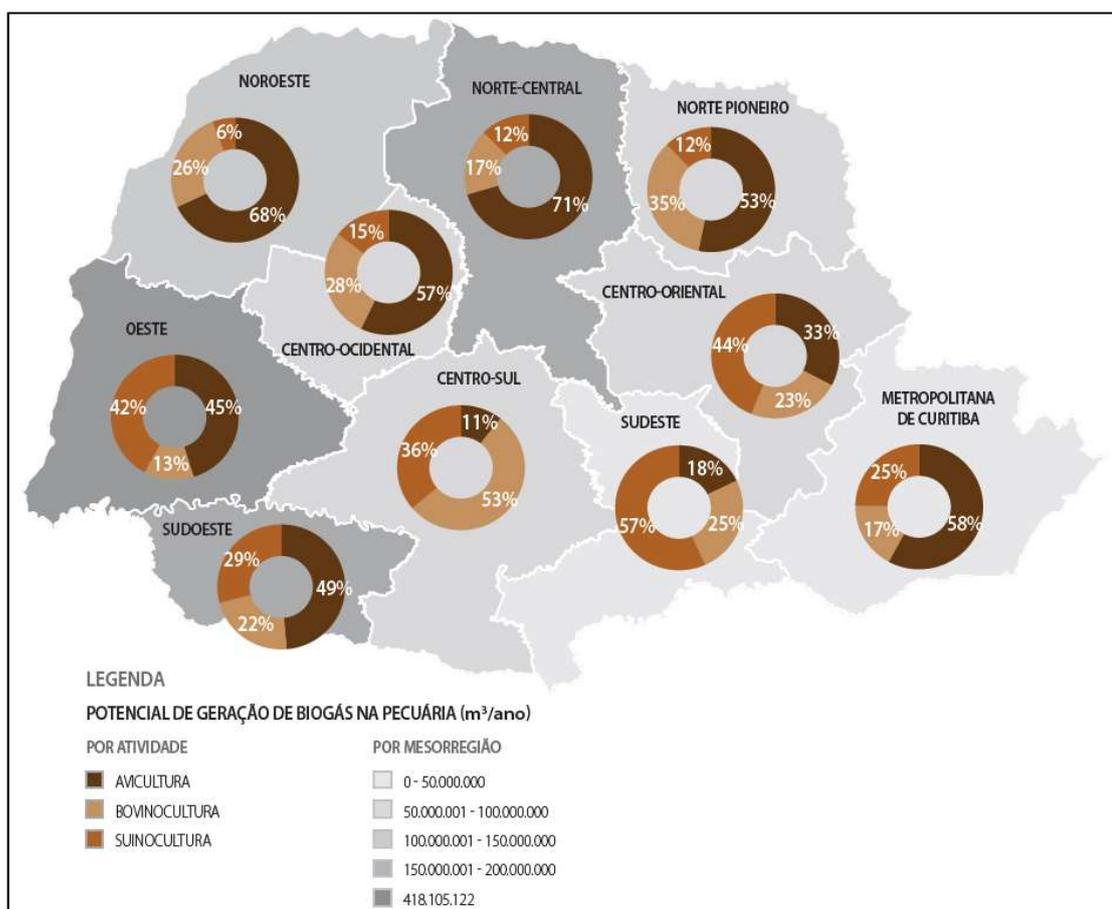
Os empreendimentos concentradores de resíduos possuem maior chance de encontrar viabilidade em projetos individuais em razão de sua escala maior e sua demanda energética. Ao passo que as propriedades rurais distribuídas podem conseguir se viabilizar isoladamente, mas tendem a encontrar oportunidades com maior viabilidade em arranjos integrados. Outro ponto interessante é que propriedades que possuem viabilidade de forma isolada, podem integrar-se com vizinhos a fim de ampliar sua viabilidade e diversificar sua fonte de receitas a partir da mesma planta de biogás.

Somente a suinocultura, de forma isolada, poderia gerar 361,6GWh/ano de energia elétrica, no Oeste do Paraná. Esta estratégia, de forma distribuída, poderia ampliar a competitividade regional, não pelos efeitos diretos na suinocultura, fonte

geradora deste substrato, mas também em outras atividades, eletrointensivas, que concorrem neste mesmo território, como a avicultura, por exemplo (CIBIOGAS, 2019).

Os desafios do uso do biogás no tratamento de resíduos incluem um sistema de produção na forma de unidades rurais espalhadas por todo o território, tipicamente distantes da rede nacional de distribuição elétrica. A possibilidade de adicionar geração distribuída (GD) à rede elétrica contribui para equilibrar a oferta e demanda na rede nacional e pode reduzir as perdas nas linhas de transmissão e distribuição. A GD pode melhorar a segurança do sistema elétrico e impactar positivamente a qualidade da energia em áreas congestionadas e nas bordas da rede de distribuição (SOUZA et al., 2006).

Figura 6 - Potencial de geração de biogás na pecuária por atividade agropecuária e mesorregião do estado do Paraná ($m^3 \cdot ano^{-1}$).



Fonte FIEP (2016).

Importante identificar, analisando a figura 8, a semelhança do Oeste do Paraná a outras regiões em relação à fonte do biogás. A avicultura e a suinocultura se apresentam como principais fontes na maioria das regiões, salvo na região centro-sul,

com maior potencial na bovinocultura. Essa similaridade pode sugerir que estratégias similares de produção de biogás no oeste podem ser replicadas em outras regiões do Paraná.

As regiões oeste, sudoeste e norte central são as que apresentam maior potencial de produção de biogás por fonte pecuária, superior a duzentos milhões de metros cúbicos nas três regiões (FIEP,2016).

3 METODOLOGIA

Considerando a compreensão, sob a ótica da nova economia institucional, da dinâmica dos arranjos tecnológicos para geração de energia elétrica com biogás no Oeste do Paraná, foram empreendidas pesquisa exploratória e entrevista com atores do setor de biogás. A pesquisa teve o objetivo de descrever e analisar, a fim de entender os arranjos tecnológicos para geração de energia elétrica no Oeste do Paraná. A entrevista teve a finalidade de identificar o entendimento de agentes do território sobre o contexto de implantação e operação de projetos de biogás para energia elétrica na região.

3.1 Delimitação da área de estudo

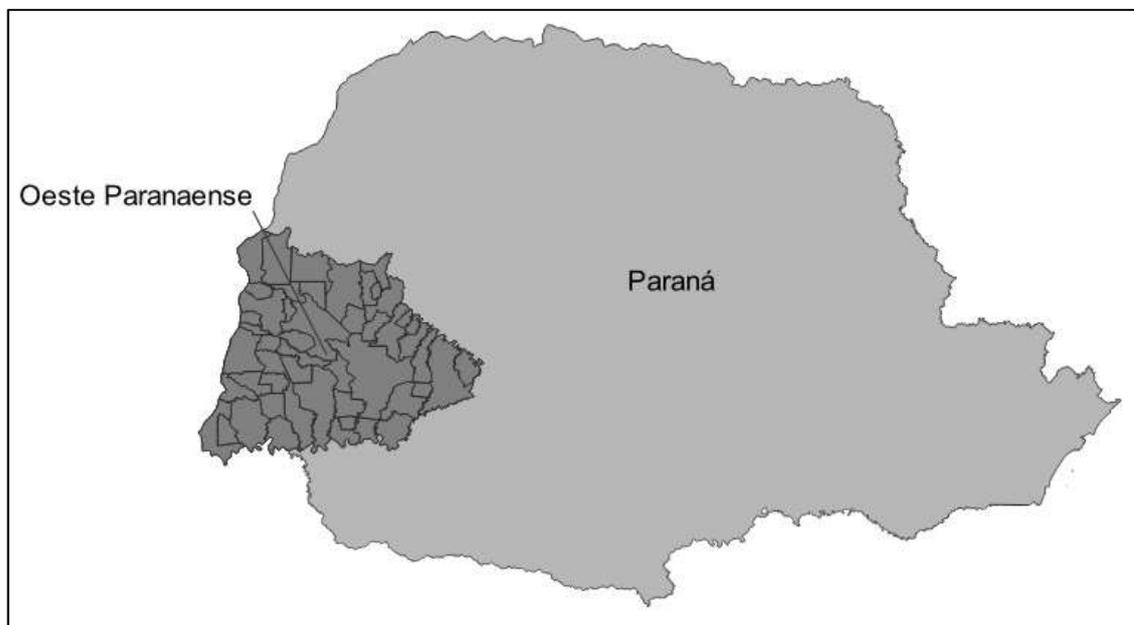
A área de estudo compreende o Oeste do Paraná, com destaque nos setores agricultura, pecuária, produção florestal, pesca e aquicultura, turismo, comércio, reparação de veículos e indústrias de transformação. A região possui agronegócio liderado por cooperativas agroindústrias e empresas integradoras.

Foram considerados os 50 municípios da região, de acordo com a classificação do IBGE, sendo eles: Anahy, Assis Chateaubriand, Boa Vista da Aparecida, Braganey, Cafelândia, Campo Bonito, Capitão Leônidas Marques, Cascavel, Catanduvas, Céu Azul, Corbélia, Diamante do Sul, Diamante D'Oeste, Entre Rios do Oeste, Formosa do Oeste, Foz do Iguaçu, Guaíra, Guaraniaçu, Ibema, Iguatu, Iracema do Oeste, Itaipulândia, Jesuítas, Lindoeste, Marechal Cândido Rondon, Maripá, Matelândia, Medianeira, Mercedes, Missal, Nova Aurora, Nova Santa Rosa, Ouro Verde do Oeste, Palotina, Pato Bragado, Quatro Pontes, Ramilândia, Santa Helena, Santa Lúcia, Santa Tereza do Oeste, Santa Terezinha de Itaipu, São José das Palmeiras, São Miguel do Iguaçu, São Pedro do Iguaçu, Serranópolis do Iguaçu, Terra Roxa, Toledo, Três Barras do Paraná, Tupãssi e Vera Cruz do Oeste. A delimitação da região em relação ao estado do Paraná é apresentada na figura 8, a seguir.

A região faz fronteira com dois países, o Paraguai, ao oeste, e a Argentina, ao sul. Considerando seus 50 municípios, são mais de 1,3 milhões de habitantes, sendo que 85% da população é urbana. As principais cidades são Cascavel, Foz do Iguaçu

e Toledo. Juntas, as três cidades respondem por 56% da população regional (IBGE, 2020).

Figura 7 - Região Oeste do Paraná



Fonte: autor.

Desde 2006, vários projetos de referência para o setor de biogás foram implantados nesta região, sendo que a motivação principal foi a de desenvolver e disseminar tecnologias de valor ambiental para redução de impactos na qualidade da água do reservatório da Itaipu Binacional e que permitisse retorno financeiro aos produtores envolvidos. Projetos individuais e coletivos a partir de diversos substratos e para distintas aplicações foram realizados na região (BIASI, 2018; BLEY, 2014).

O consumo de energia elétrica na região em 2019 foi de 4.385.521 MWh, o equivalente a 14% do consumo de energia elétrica do Paraná. São 586 mil consumidores de energia elétrica, representando 12% do total no estado (COPEL, 2019).

3.2 Pesquisa exploratória

Inicialmente foi aplicada a pesquisa exploratória com objetivo de permitir melhor entendimento do problema. Segundo GIL (2008), a pesquisa exploratória “pode envolver levantamento bibliográfico e entrevistas com pessoas experientes no problema pesquisado, geralmente assume a forma de pesquisa bibliográfica e estudo de caso”.

Neste caso, a pesquisa exploratória busca explorar e descrever a dinâmica dos arranjos tecnológicos de geração de energia elétrica com biogás no Oeste do Paraná, a partir de levantamento bibliográfico e documental e entrevista com agentes do setor. De forma a atender os objetivos desta tese, foram consideradas as seguintes etapas:

1. Levantamento Bibliográfico e pesquisa documental;
2. Coleta de dados secundários;
3. Definição do instrumento de coleta de dados;
4. Elaboração do questionário de entrevista semiestruturado;
5. Realização das entrevistas;
6. Análise das respostas dos entrevistados;
7. Categorização das respostas e identificação de argumentos-chave;
8. Discussão dos resultados.

A análise qualitativa foi realizada a partir de dados secundários, obtidos por pesquisa bibliográfica e documental, e também com dados primários, obtidos a partir de entrevistas realizadas com atores envolvidos em projetos de biogás. Inicialmente, dados do Centro Internacional de Energias Renováveis – Biogás (CIBiogás) e Associação Brasileira de Biogás e Biometano (Abiogás) foram consultados, visto que concentram os principais dados do mercado de biogás brasileiro. Além destes, relatórios técnicos e publicações científicas relacionados ao tema foram utilizados.

O CIBiogás e Abiogás são as principais fontes de informação sobre o mercado de biogás brasileiro. Outra fonte importante utilizada é o Projeto do governo brasileiro “Aplicações do Biogás na Agroindústria Brasileira”, liderado Ministério de Ciência e Tecnologia (MCTI) e implementado pela Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial (UNIDO), com envolvimento direto da Itaipu Binacional, Ministério do Meio Ambiente (MMA), Ministério de Minas e Energia

(MME) , Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) e Ministério das Relações Exteriores (MRE) (NAÇÕES UNIDAS, 2021).

Concluída a etapa pesquisa documento, a próxima etapa compreendeu pesquisa com agentes do setor de biogás com atuação no oeste do Paraná, sendo construído roteiro de entrevista semiestruturada.

3.3 Entrevista

O objetivo das entrevistas é coletar a percepção dos atores do território em relação ao contexto de implantação de projetos de geração de energia elétrica com biogás no Oeste do Paraná.

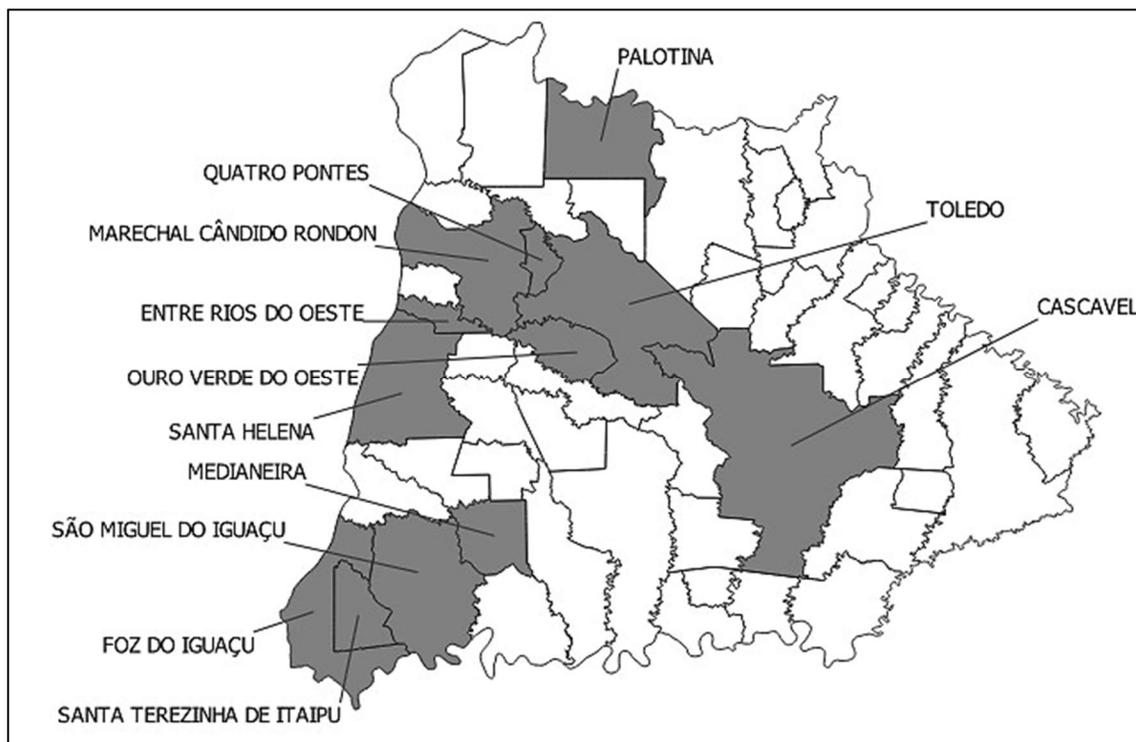
Através das pesquisas, identificar as principais motivações para participar de projetos de biogás, os principais desafios para a implantação de projetos desta natureza, os desafios em operar projetos de biogás, identificar os principais benefícios dos produtores participantes e a percepção sobre os integradores do agronegócio nestas iniciativas.

Para as entrevistas, foram consideradas vinte e cinco pessoas com relacionamento com biogás, do Oeste do Paraná e outras regiões, com envolvimento em projetos de biogás e fornecedores do setor de biogás da região. Entre os 25 entrevistados, vinte e dois são da região Oeste do Paraná, distribuídos em 12 municípios, e 3 são de outras regiões do Paraná e São Paulo. A figura 09 apresenta a distribuição dos entrevistados por município do oeste do Paraná.

As entrevistas foram realizadas em formato virtual utilizando, principalmente, a ferramenta gratuita de reuniões *Google Meet*. As entrevistas foram gravadas utilizando o *software OBS Studio*, de forma a permitir análise posterior.

Para a escolha dos entrevistados foi realizada amostragem não probabilística por julgamento, “quando o pesquisador usa seu julgamento para selecionar os membros da população que são boas fontes de informação precisa” (SCHIFFMAN, L. & KANUK, L. 2000).

Figura 8 - Distribuição dos Entrevistados por Município do Oeste do Paraná



Fonte: autor.

O sistema agroindustrial do biogás, devido ao número de projetos em operação (34 projetos de biogás para geração de energia elétrica no setor agropecuário), recente aperfeiçoamento do marco regulatório da geração distribuída de energia elétrica e, também recente, consolidação de modelos de negócios mais atrativos, ainda se encontra restrito a um grupo específico de organizações, fornecedores, pesquisadores e produtores rurais,

Considerando esta realidade, foi selecionado um grupo de entrevistados que se conecta com os diferentes arranjos de projetos em operação na região, em instância de planejamento, gestão e operacionalização. Os entrevistados podem ser divididos em seis categorias, sendo elas:

- organização setorial/governo: associação de produtores, associação do setor de biogás, gestores e técnicos de prefeitura;
- gestores de plantas de biogás: produtores rurais com plantas de biogás e produtores de biogás;
- consultores/técnicos: consultores de projetos, técnicos de assistência técnica e suporte técnico;

- fornecedores: fornecedores de biodigestores, fornecedores de equipamentos de geração de energia elétrica, fornecedores de sistemas completos de biogás para energia elétrica;
- cooperativa/integradora: cooperativas do agronegócio e cooperativa de energia;
- academia/pesquisa: professores universitários com pesquisas relacionadas ao tema biogás para energia elétrica na região Oeste do Paraná.

A tabela 03, a seguir, apresenta a distribuição dos entrevistados por categoria, sendo que, em alguns casos, enquadravam-se em mais de uma categoria. Nesses casos, foi considerada a categoria que melhor o representava, como atuação principal.

Tabela 4 - Entrevistados por categoria

| Categoria | Número de Entrevistados |
|-------------------------------|--------------------------------|
| Organização setorial/governo | 5 |
| Gestores de plantas de biogás | 6 |
| Consultores/ técnicos | 4 |
| Fornecedores | 4 |
| Cooperativa/integradora | 3 |
| Academia/pesquisa | 3 |

Fonte: autor.

As questões apresentadas aos entrevistados buscaram trazer à superfície argumentos que permitam identificar sua compreensão da dinâmica dos projetos de biogás para energia elétrica e seu entendimento do ambiente tecnológico, organizacional e institucional relacionados ao tema. As perguntas foram construídas utilizando como base os estudos de FARINA (1999), abordando a competitividade e coordenação de sistemas agroindústrias, tendo em vista o objetivo de compreender a dinâmica dos arranjos tecnológicos de geração de energia elétrica com biogás no Oeste do Paraná.

Para a coleta de dados, foi desenvolvido roteiro de entrevista semiestruturada, detalhado no Apêndice II, tomando por base os temas relacionados ao referencial teórico utilizado. A fim de obter um grupo de respostas que permitissem construir a

percepção dos agentes em relação ao tema, foram definidas doze questões norteadoras. As respostas dos entrevistados, a partir de análise das entrevistas, foram categorizadas conforme apresentado na tabela 3, a seguir. A matriz de respostas por entrevistado se encontra no Apêndice IV.

As três primeiras perguntas realizadas aos entrevistados buscaram identificar seu envolvimento com o setor de biogás, indicando qual o tipo de envolvimento do entrevistado em projetos de biogás, quanto tempo está envolvido e o conhecimento dos arranjos com biogás que percebe como típicos da região, considerando que estas informações demonstram o conhecimento da dinâmica de projetos de biogás para energia elétrica no oeste do Paraná.

As primeiras perguntas, P1 e P2, estão relacionadas à relação com setor de biogás e o tempo de atuação, tendo o objetivo de descrever a experiência do entrevistado com o tema biogás. Considerando o número limitado de entrevistados, o objetivo é apresentar o quanto a percepção dos entrevistados é representativa. O tempo em projetos permite ainda identificar a sensibilidade dos entrevistados às mudanças no setor ao longo do tempo.

A terceira pergunta trata dos arranjos típicos com biogás na Região Oeste do Paraná, cujo objetivo é identificar a amplitude da percepção do entrevistado e sua compreensão sobre os arranjos em operação. Além deste aspecto, outro objetivo é dimensionar as transações, partindo-se do entendimento que transações recorrentes e comuns são realizadas a partir de governança eficiente. De acordo com FARINA (1999, p.153),

“dimensionar as transações é o neologismo adotado pela *Economia dos Custos de Transação* para se referir às diferentes dimensões das transações que devem ser alinhadas para identificar estruturas de governança eficientes”.

A pergunta quatro está relacionada ao que desempenho vinculado ao conjunto de bens públicos e privados sob os quais os empreendedores dos projetos de biogás não possuem controle. A rede de distribuição de energia elétrica, as estradas rurais e rodovias estão entres aspectos de infraestrutura que impactam projetos desta natureza.

Reconhecendo que a ação cooperada é importante para a competitividade e que, por sua vez, é reflexo de estruturas de governança apropriadas, a quinta pergunta possui

a finalidade de esclarecer sobre este tema, ao questionar sobre cooperação no setor. Segundo FARINA (1999), “a capacidade de ação estratégica pode depender da articulação de ações cooperativas entre rivais, fornecedores, distribuidores, institutos de pesquisa públicos ou privados”.

Com o objetivo de identificar o aspecto de concentração de mercado por determinado fornecedor ou organização, têm-se a pergunta seis. Outro ponto que pode ser observado a partir desta questão é a identificação de algum grupo estratégico no setor.

Com o objetivo de avaliar a matriz institucional, foram realizadas três perguntas sobre a percepção da situação atual e movimento das organizações para atualização, considerando que, segundo NORTH (1991), as organizações interagem entre si e com a matriz institucional, reduzindo custos de transação. Tal redução amplia produtividade e desempenho das sociedades ao longo do tempo. A oitava pergunta se refere ao conhecimento dos envolvidos, considerando que, segundo Farina (1999), “a incerteza tem como principal papel a ampliação das lacunas que um contrato não pode cobrir”. Em um ambiente de incerteza, os envolvidos não possuem elementos suficientes para identificar o que pode acontecer no futuro.

Com a possibilidade de realização da compensação de energia elétrica em outras unidades consumidoras, através da constituição de cooperativas ou consórcios de energia, alguns produtores rurais estão participando de negócios desta natureza. Nesse caso, há celebração de contratos não regulados. Considerando a especificidade deste ativo e assimetria de informação entre os envolvidos (comercializadora de energia, integrador de soluções e produtor do biogás) é necessário verificar a percepção sobre este tema. Para atender a este aspecto, foi elaborada a décima pergunta.

A especificidade dos ativos é uma característica das transações vinculada à perda de valor dos ativos envolvidos na transação, caso não se concretize ou exista o rompimento contratual. Sobre a especificidade dos ativos, ZYLBERSZTAIN; NEVES (2000, p.29) indicam que está vinculada:

[...] ao que uma ou ambas as partes envolvidas na transação perderão caso esta não se concretize, por não encontrarem uso alternativo que mantenha o valor do ativo desenvolvido para determinada transação.

Ou seja, a baixa especificidade de ativos ocorre em casos em que os envolvidos conseguem substituir um ou todos os envolvidos e o impacto no negócio é mínimo.

Com o objetivo de explorar o tema especificidade dos ativos e verificar a complexidade do relacionamento entre os agentes, bem como o quanto essa complexidade poderia ser simplificada ao se considerar envolvimento mais próximos das cooperativas e integradoras, foram apresentadas as perguntas onze e doze.

Tabela 5 - Categorização das Respostas à Entrevista Semiestruturada

| Pergunta | Categoria |
|---|--|
| Pergunta 01 - Qual sua relação com o setor de biogás? | Com atuação em planejamento, implantação e/ou operação de plantas |
| | Com atuação em Pesquisa e Desenvolvimento no setor de biogás e energia |
| | Sem envolvimento com o setor de biogás |
| Pergunta 02 - Há quanto tempo atua neste setor? | Com mais de 3 anos de envolvimento com o setor |
| | Com menos de 3 anos de envolvimento com o setor |
| Pergunta 03 - Quais são os arranjos típicos com biogás que você observa no Oeste do Paraná? | Conhece os arranjos de projetos de biogás no Oeste do Paraná |
| | Desconhece os arranjos de projetos de biogás no oeste do Paraná |
| Pergunta 04 - Considerando os projetos de biogás para energia elétrica como considera a infraestrutura disponibilizada (energia elétrica, logística, transportes, etc)? | Adequada para atender novos projetos de biogás |
| | Não adequada para atender novos projetos de biogás |
| Pergunta 05 - Você observa ações cooperadas entre empresas e organizações do sistema agroindustrial do biogás? | Percebe |
| | Não percebe |
| Pergunta 06 - Você consegue perceber nos projetos implantados | Percebe |

| | |
|---|--|
| uma recorrência no envolvimento de determinados fornecedores e organizações? | Não percebe |
| Pergunta 07 - Qual sua avaliação sobre ambiente regulatório para projetos de biogás para energia elétrica? | Considera não estimulante ao crescimento do biogás |
| | Considera que os negócios acontecem, porém precisa de aperfeiçoamento |
| | Considera estimulante aos negócios com biogás, sem necessidade de melhoria. |
| Pergunta 08 - Percebe algum movimento das organizações quanto a atualização da legislação do setor elétrico e ambiental com impacto em projetos desta natureza? | Percebe |
| | Não percebe |
| Pergunta 09 - Como avalia o conhecimento dos envolvidos em projetos de biogás para energia elétrica? | Todos os envolvidos têm o conhecimento adequado |
| | Poucos dos envolvidos tem o conhecimento adequado |
| Pergunta 10 - Qual sua percepção sobre os negócios com biogás de cooperativas/ consórcios de energia? | Considera positivo |
| | Considera negativo |
| Pergunta 11 - Como se relacionam os envolvidos nos consórcios ou cooperativas de energia? | Considera adequado, com baixo nível de incerteza entre os envolvidos |
| | Considera inadequado, com nível de incerteza alto entre os envolvidos. |
| Pergunta 12 - Qual sua percepção sobre a participação das cooperativas e integradoras do agronegócio em projetos de biogás? | Considera que o envolvimento das cooperativas seria positivo para o crescimento do mercado de biogás |
| | Considera que o envolvimento das cooperativas não teria efeito significativo para o crescimento do mercado de biogás |

A análise das respostas se deu a partir de análise do discurso do entrevistado, de forma a compreender suas percepções em relação ao tema. Para tanto, foram coletados argumentos chave para que se pudesse categorizar sua devolutiva, mas ainda analisar os elementos que validam a devolutiva indicada.

A categorização das respostas não limitou a análise das entrevistas, sendo considerada como estratégia para comparar as percepções entre os entrevistados.

Foram consideradas e contempladas as percepções complementares e de relevância para a compreensão do planejamento e operacionalização de arranjos de biogás para geração de energia elétrica na região oeste do Paraná.

3.4 Limitações da pesquisa

Considerando a análise de amostras não probabilísticas, há limitação desta pesquisa em agentes do setor identificados a partir das pesquisas sobre o desenvolvimento do biogás no Oeste do Paraná. Eventualmente, algum agente com importante conhecimento regional não foi identificado nas pesquisas e não foi contemplado entre os entrevistados.

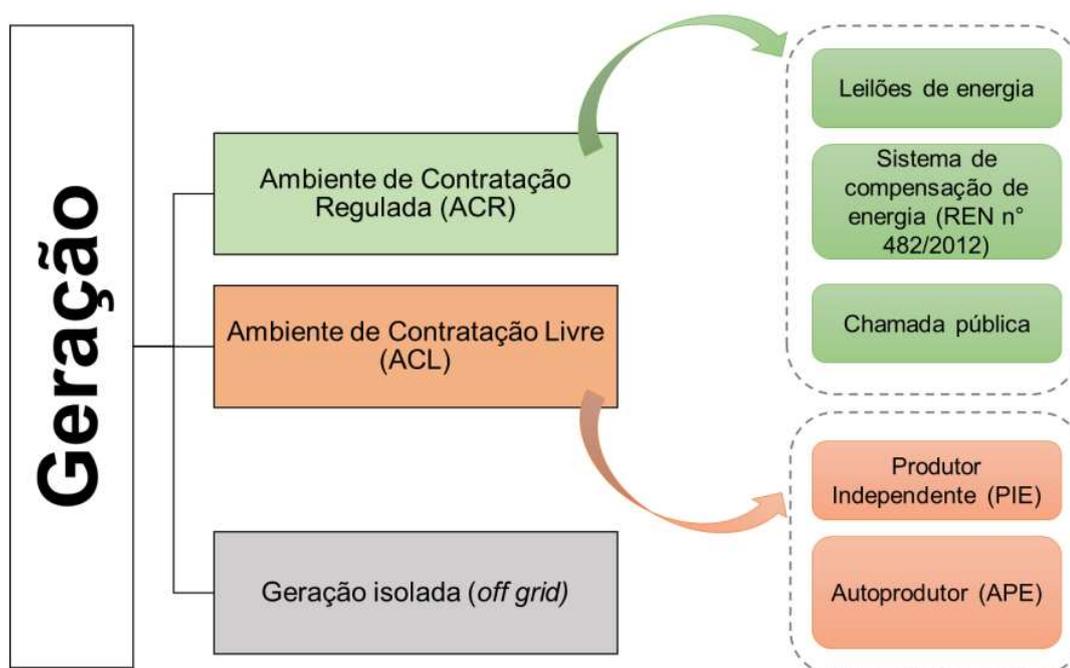
Outra limitação pode ser associada à abrangência da percepção dos entrevistados, visto que agentes podem apresentar percepções mais precisas de projetos em que tiveram maior atuação e, mesmo que todos tenham indicado conhecer os arranjos típicos da região Oeste do Paraná, é possível que sua análise esteja mais concentrada em acontecimentos de projetos específicos. No caso dos gestores de plantas de biogás, sua análise pode considerar somente os desafios enfrentados na unidade em atuam.

4 GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA COM BIOGÁS NO OESTE DO PARANÁ

4.1 Ambiente institucional da geração de energia elétrica com biogás no Oeste do Paraná

O ambiente regulatório para a geração de energia elétrica com biogás em arranjos coletivos é bastante extenso, considerando normativas federais e estaduais, para os temas energia elétrica, biogás, meio ambiente e outros. São 139 leis, decretos ou regulamentos a serem considerados, sendo a maior parte deles federal e no tema energia elétrica.

Figura 9 – Alternativas de geração de energia elétrica nos ambientes de contratação regulada, contratação livre e geração isolada



Fonte: CIBIOGAS (2020).

A lista completa da regulamentação federal e estadual para projetos desta natureza é apresentada nos anexos desta tese (anexos I e II), sendo que os principais aspectos são tratados a seguir.

4.1.1 Geração Distribuída de energia elétrica

A Geração Distribuída (GD) compreende a geração de energia elétrica próxima dos blocos de consumo. Diferentemente da abordagem nacional tradicional, essencialmente centralizada, essa forma de geração energética surgiu como alternativa para atender à crescente demanda de eletricidade.

O uso de geradores distribuídos já é uma realidade em diversos países, especialmente nos Estados Unidos, e vem ganhando mercado no Brasil. A GD é vista como a democratização no mercado de geração de eletricidade, estimulando a modernização do setor elétrico e a maior concorrência no segmento.

São diversos os conceitos de geração distribuída, porém, do ponto de vista legal, a geração distribuída é definida de acordo com Artigo 14º do Decreto nº 5.163/2004, como:

Art. 14. [...] Considera-se geração distribuída a produção de energia elétrica proveniente de empreendimentos de agentes concessionários, permissionários ou autorizados, [...] conectados diretamente no sistema elétrico de distribuição do comprador, exceto aquela proveniente de empreendimento:
I - hidrelétrico com capacidade instalada superior a 30 MW; e
II - termelétrico, inclusive de cogeração, com eficiência energética inferior a setenta e cinco por cento, conforme regulação da ANEEL, a ser estabelecida até dezembro de 2004.

A ANEEL, no Módulo 1 – Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional (PRODIST), define:

2.216 Geração distribuída: Centrais geradoras de energia elétrica, de qualquer potência, com instalações conectadas diretamente no sistema elétrico de distribuição ou através de instalações de consumidores, podendo operar em paralelo ou de forma isolada e despachadas – ou não – pelo ONS.

A geração distribuída compreende equipamentos destinados a gerar energia conectados diretamente aos sistemas de distribuição, o ponto chave deste conceito, aparece de forma clara em ambas as definições.

São duas as modalidades para acesso de geração no sistema de distribuição no Brasil: Ou por comercialização (regido pela REN nº 506 de 2012, da ANEEL) ou por compensação (conforme REN nº 482 de 2012, da ANEEL).

A REN nº 506 indica as condições de acesso ao sistema de distribuição por meio de conexão ao sistema da concessionária, autorizando a comercialização de energia elétrica tanto no ambiente regulado, através de leilões de energia, quanto em ambiente do mercado livre, por meio de liquidação no mercado de curto prazo (PLD). Pode-se, ainda, estabelecer contratos bilaterais com clientes livres, especiais ou comercializadoras.

O maior número de projetos de geração distribuída ocorre, no entanto, por meio dos micro e mini geradores enquadrados no sistema de compensação. Esses novos conceitos foram introduzidos pela REN nº 482 de 2012 que, apesar de muito importante, foi estabelecida com diversas limitações, previamente conhecidas pelos agentes regulatórios, que já consideraram necessidade de atualizações em curto intervalo de tempo. A primeira atualização ocorreu efetivamente em 2015, entrando em vigor em 2016, pela REN nº 687 que trouxe mudanças significativas, tanto de ampliação de capacidade das unidades geradores e arranjos técnicos, quanto de clareza de procedimentos.

A nova revisão ocorreu ainda no fim de 2017, de forma circunstancial, dada pela REN nº 786, com o objetivo exclusivo de equalizar o limite de capacidade de todas as fontes e tornar mais claro alguns impeditivos impostos pela normativa.

Contemplando as atualizações que incorporaram a REN nº 482, as definições de microgeração e minigeração são definidas pelo artigo 2º da REN nº 482 de 2012, como:

I - Microgeração distribuída: central geradora de energia elétrica, com potência instalada menor ou igual a 75 kW e que utilize cogeração qualificada, conforme regulamentação da ANEEL, ou fontes renováveis de energia elétrica, conectada na rede de distribuição por meio de instalações de unidades consumidoras;

II - Minigeração distribuída: central geradora de energia elétrica, com potência instalada superior a 75 kW e menor ou igual a 5MW e que utilize cogeração qualificada, conforme regulamentação da ANEEL, ou fontes renováveis de energia elétrica, conectada na rede de distribuição por meio de instalações de unidades consumidoras;

A operacionalização da GD demanda contratos específicos por enquadramento da geração, sendo Contrato de Relacionamento Operacional, quando microgeradores, e Contrato de Acordo Operativo, quando minigeradores.

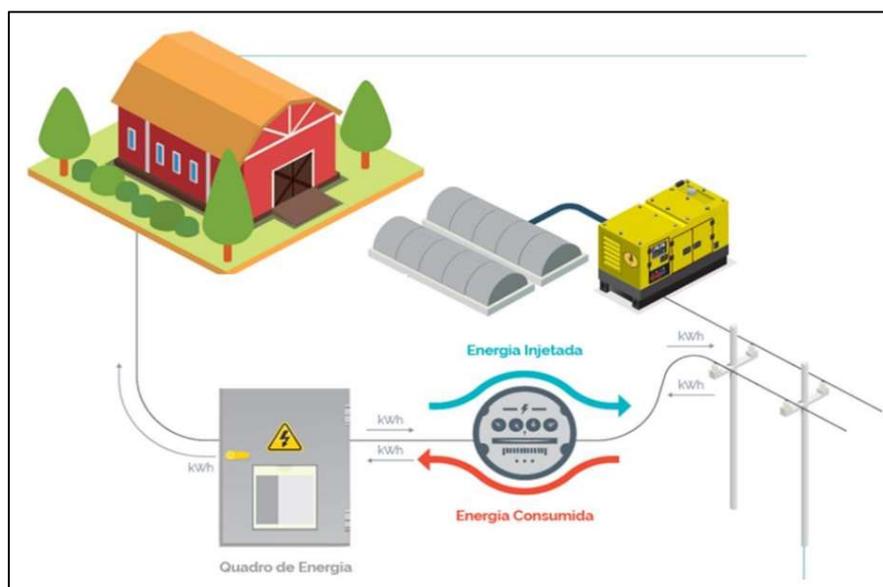
A micro e minigeração distribuída é permitida apenas para fontes renováveis e estão sujeitas ao sistema de compensação, definido, pelo artigo 2º da REN nº 482 de 2012, como:

III - Sistema de compensação de energia elétrica: sistema no qual a energia ativa injetada por unidade consumidora com microgeração ou minigeração distribuída é cedida, por meio de empréstimo gratuito, à distribuidora local e posteriormente compensada com o consumo de energia elétrica ativa.

O sistema de compensação (*Net Metering*) não admite que a energia elétrica gerada seja comercializada. No entanto, o autoprodutor pode disponibilizar seu excedente de energia à rede de distribuição em troca de créditos para compensações futuras.

No sistema de compensação, a fatura líquida do consumidor é obtida pelo saldo entre a energia consumida e a energia gerada. O valor pago, contudo, não pode ser anulado. Sempre que a diferença entre o total consumido e gerado for igual a zero ou apresentar valor negativo (consumo igual geração; ou consumo menor que geração) incidirá os custos referente a “fatura mínima”, que difere de acordo com o enquadramento do consumidor.

Figura 10 - Sistema de Compensação de Energia Elétrica a Biogás



Fonte: OCB, CIBiogás, DGRV (2020).

A fatura mínima é o valor mínimo que um consumidor deve pagar por mês enquanto participante de um sistema com GD é denominado custo de disponibilidade para baixa tensão (grupo B), e demanda contratada para alta tensão (grupo A). Conforme a conexão local e em conexões monofásicas o custo de disponibilidade varia, sendo calculado em cima de 30kWh, em bifásicas sobre 50kWh e trifásicas em 100kWh.

Além de gerar para o próprio consumo, conhecido como geração junto a carga, existem outros três arranjos permitidos de acordo com o art. 2º da REN nº 482/2012:

- VI – Empreendimento com múltiplas unidades consumidoras: caracterizado pela utilização da energia elétrica de forma independente, no qual cada fração com uso individualizado constitua uma unidade consumidora e as instalações para atendimento das áreas de uso comum constituam uma unidade consumidora distinta, de responsabilidade do condomínio, da administração ou do proprietário do empreendimento, com microgeração ou minigeração distribuída, e desde que as unidades consumidoras estejam localizadas em uma mesma propriedade ou em propriedades contíguas, sendo vedada a utilização de vias públicas, de passagem aérea ou subterrânea e de propriedades de terceiros não integrantes do empreendimento; (Incluído pela REN ANEEL 687, de 24.11.2015.)
- VII – Geração compartilhada: caracterizada pela reunião de consumidores, dentro da mesma área de concessão ou permissão, por meio de consórcio ou cooperativa, composta por pessoa física ou jurídica, que possua unidade consumidora com microgeração ou minigeração distribuída em local diferente das unidades consumidoras nas quais a energia excedente será compensada;
- VIII – Autoconsumo remoto: caracterizado por unidades consumidoras de titularidade de uma mesma Pessoa Jurídica, incluídas matriz e filial, ou Pessoa Física que possua unidade consumidora com microgeração ou minigeração distribuída em local diferente das unidades consumidoras, dentro da mesma área de concessão ou permissão, nas quais a energia excedente será compensada.

Geração junto à carga e autoconsumo remoto são os arranjos mais simples, mas exigem que as unidades consumidoras estejam todas em mesma titularidade. Em Empreendimento com Múltiplas Unidades Consumidoras (EMUC) e Geração Compartilhada amplia-se o número de opções, permitindo a associação de titularidades diferentes, embora a celebração destes contratos seja complexa, dificultando a compreensão tanto para o empreendedor quanto para as distribuidoras, o que refletiu em baixa adesão destes arranjos até o momento.

A geração compartilhada pode ser feita por meio de cooperativas, que exigem a participação de, ao menos, 20 pessoas físicas (após esse número a entrada de pessoa jurídica é permitida); e o consórcio, que atende os demais cenários.

A REN 482, 2012 não é clara em espécie de cooperativa ou de consórcio, porém, a Procuradoria Federal junto à ANEEL emitiu dois pareceres jurídicos (00433/2016/PFANEEL/PGF/AGU e 00113/2017/PFANEEL/PGF/AGU), ambos orientando sobre o assunto, compilados no caderno de Perguntas e Respostas sobre a aplicação da Resolução Normativa nº 482/2012, conforme segue:

A constituição de consórcios deve observar a) o disposto na Lei n. 6.404/76 e na Instrução Normativa da Receita Federal do Brasil nº 1.634/2016, para fins de inscrição no CNPJ; ou b) o disposto na Lei nº 11.795/2008. No primeiro modelo (letra a), o consórcio possui personalidade jurídica, sendo o titular da unidade consumidora com geração distribuída. No segundo modelo (letra b), a titularidade da unidade consumidora com geração distribuída é conferida à administradora do consórcio, que deve apresentar comprovante de inscrição no CNPJ;

A constituição de cooperativas deve observar as regras gerais previstas no Código Civil (arts. 1.093 a 1.096), assim como o disposto na Lei n. 5.764/61.

Considerando o que a regulamentação permite, foram desenvolvidos quatro grandes blocos de modelos de negócio:

- *Turn-key* ou chave na mão: modelo mais comum, que se refere à aquisição de um sistema como um todo. O proprietário faz a aquisição de um sistema que é instalado para seu autoconsumo.
- Compra coletiva: comum principalmente para sistemas fotovoltaicos, trata da aquisição de parte de um sistema. Ao invés de adquirir um sistema individual completo, o consumidor adquire cotas de um empreendimento maior em fração ideal.
- Locação: locação feita pelo consumidor final de um empreendimento com geração distribuída ou dos equipamentos que compõe o sistema de geração.
- *Leasing*: o consumidor paga uma mensalidade (atribuída a um valor de locação ou contrato de Operação e Manutenção – O&M) por período determinado (superior ao *payback* do investidor). Após esse período, o consumidor pode fazer um novo contrato ou adquirir o sistema atual por um preço atrativo.

Os modelos-chave na mão e compra coletiva são baseados na propriedade e os modelos de locação e *leasing* em modelos de posse. Dessa forma, há possibilidade

de celebração de contratos não regulados para remuneração de uso de equipamentos, sendo eles:

- Contrato de locação do sistema de GD: esse modo contratual exige que a parcela principal seja um valor fixo, admitindo ainda uma parcela variável, de participação pequena, que pode estar atrelada ao rendimento dos equipamentos envolvidos no arranjo. Os valores definidos, tanto o fixo quanto o variável, são vetados com definições a partir de R\$/MWh. A celebração desse contrato costuma ter prazos superiores a 10 anos.
- Contrato de prestação de serviços de instalação: esse modo contratual admite remunerar pelo desenvolvimento do projeto técnico, dimensionamento, instalação dos equipamentos integrantes do sistema de GD e acompanhamento do processo.
- Contrato de prestação de serviços de operação e manutenção: no modo contratual destinado à operação, pode ser remunerado o serviço de monitoramento de energia gerada; destinado à manutenção são autorizados repasses de atividades corretivas e preventivas, como fornecimento de peças e acessório. A periodicidade desse contrato é mensal.

Nos contratos de locação, o risco de se atingir o montante de energia a ser compensada passa a ser do locador e não mais do locatário. Nesse caso, é muito importante pre-estabelecer o preço da quantidade de geração média da usina e equivalência em R\$/MWh. A vantagem financeira somente será obtida se o preço identificado for menor que o preço pago a distribuidora.

No ambiente rural, estes contratos não-regulados são celebrados entre fornecedores, grupos de investidores, consumidores e produtores rurais. São atores de ambientes muito distintos, havendo grande dificuldade em se estabelecer consenso entre os envolvidos.

Para contratos não regulados, quando o local da instalação não é de propriedade do proprietário da GD, tem-se:

- Compra e venda de imóvel: contrato que garante a posse do local onde o sistema GD será inserido.
- Locação de imóvel: contrato locatário que garante a posse ao proprietário da GD por período determinado, sendo vetada a associação do valor com o rendimento do sistema (R\$/MWh).

Comodato: contrato que celebra empréstimo gratuito, comum para EMUCS, onde se cede uma área por meio de comodato para instalação dos equipamentos da GD, geralmente locados.

4.1.2 Meio ambiente

A responsabilidade pela preservação ambiental é compartilhada entre municípios, estados e federação, segundo a Constituição Federal e a Lei Complementar 140/2011. Dessa forma, a estes cabe organizar formas de cooperação institucional e técnica para os melhores resultados.

O art. 225 da Constituição Federal estabelece o direito coletivo ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.

A Política Nacional do Meio Ambiente, Lei 6.938/1981, que estabelece a Política Nacional do Meio Ambiente e cria o Sistema Nacional do Meio Ambiente se valerá dos seguintes instrumentos:

- a. o estabelecimento de padrões de qualidade ambiental;
- b. o zoneamento ambiental;
- c. a avaliação de impactos ambientais;
- d. o licenciamento e a revisão de atividades efetiva ou potencialmente poluidoras;
- e. os incentivos à produção e instalação de equipamentos e a criação ou absorção de tecnologia, voltados para a melhoria da qualidade ambiental;
- f. o sistema nacional de informações sobre o meio ambiente;
- g. o Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental;
- h. as penalidades disciplinares ou compensatórias ao não cumprimento das medidas necessárias à preservação ou correção da degradação ambiental;
- i. a instituição do Relatório de Qualidade do Meio Ambiente, a ser divulgado anualmente pelo IBAMA;
- j. a garantia da prestação de informações relativas ao Meio Ambiente, obrigando-se o Poder Público a produzi-las, quando inexistentes;
- k. o Cadastro Técnico Federal de atividades potencialmente poluidoras e/ou utilizadoras dos recursos ambientais; e
- l. instrumentos econômicos, como concessão florestal, servidão ambiental, seguro ambiental e outros.

Nesse caso, é importante destacar o item E, que indica o incentivo à produção e instalação de equipamentos voltados à melhoria da qualidade ambiental, com total sinergia com os sistemas de biodigestão.

A Resolução nº 237, de 19 de dezembro de 1997, que estabelece procedimentos e critérios utilizados no licenciamento ambiental, é uma das principais diretrizes estabelecidas pelo Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) no tema licenciamento ambiental.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos, Lei 12.305/2010 apresenta os seguintes objetivos e princípios:

- a. proteção da saúde pública e da qualidade ambiental;
- b. não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, bem como disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos;
- c. estímulo à adoção de padrões sustentáveis de produção e consumo de bens e serviços;
- d. adoção, desenvolvimento e aprimoramento de tecnologias limpas como forma de minimizar impactos ambientais;
- e. estímulo à implementação da avaliação do ciclo de vida do produto;
- f. incentivo ao desenvolvimento de sistemas de gestão ambiental e empresarial voltados para a melhoria dos processos produtivos e ao reaproveitamento dos resíduos sólidos, incluídos a recuperação e o aproveitamento energético; e
- g. estímulo à rotulagem ambiental e ao consumo sustentável.

Neste caso, encontra-se aderência aos projetos de biogás nos itens B, C, D e F, o que indica uma proximidade da tecnologia de produzir e utilizar biogás para fins energéticos como uma tecnologia de valor energético, mas ainda atrelada a serviços ambientais.

Considerando a responsabilidade compartilhada, cabe ao Estado do Paraná estabelecer sinergias regulatórias para o tema. O Paraná apresenta diversas ações que visam a conservação da biodiversidade através da conservação e recuperação de recursos naturais.

De acordo com a Política Ambiental do Estado do Paraná, as diretrizes são:

[...] desenvolvimento sustentável, desenvolvimento econômico e equilíbrio ambiental voltado à promoção social, transversalidade, política ambiental nas ações de todo o governo, participação social, o envolvimento e compromisso da sociedade para com as políticas e ações locais visando a sustentabilidade do ambiente global. Também o fortalecimento dos órgãos ambientais governamentais e a educação ambiental (ações junto à escola, comunidade e setor produtivo para criar e desenvolver atitudes das pessoas relacionado aos problemas ambientais locais).

Em 1992, o Paraná criou Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEMA) e do Instituto Ambiental do Paraná (IAP), através da Lei Estadual nº 10.066, demonstrando preocupação com a gestão ambiental e fiscalização de atividades com potencial de impacto ao meio ambiente.

A Resolução SEMA nº 31, de 1998 dispõe sobre o licenciamento ambiental, autorização ambiental, autorização florestal e anuência prévia para desmembramento e parcelamento de gleba rural no Paraná. Para os contratos não regulados, previstos na resolução 482/2012 da ANEEL, é importante atentar a esta resolução, pois implica custos adicionais.

A Lei de Resíduos do Paraná, Lei nº 12.493/2019, que estabelece os princípios, procedimentos, normas e critérios referentes à geração, acondicionamento, armazenamento, coleta, transporte, tratamento e destinação final dos resíduos sólidos no estado do Paraná, visando controle da poluição, da contaminação e a minimização de seus impactos ambientais.

A lei estabelece que a geração de resíduos sólidos no estado deve ser minimizada por meio de processos de baixa geração de resíduos e da reutilização e/ou reciclagem de resíduos sólidos, priorizando formas de tratamento e disposição final, exceto nos casos em que não exista tecnologia viável. Em seu art. 2º, apresenta sua definição de resíduos sólidos, incluindo os produzidos em atividades comerciais e agrícolas. Além disso, destaca-se que a inviabilidade de lançamento em corpos d'água é ponto que inclui resíduos a serem tratados nesta normativa:

Art. 2º Para os fins desta lei, entende-se por resíduos sólidos qualquer forma de matéria ou substância, nos estados sólido e semi-sólido, que resulte de atividade industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços, de varrição e de outras atividades da comunidade, capazes de causar poluição ou contaminação ambiental. Parágrafo único. Ficam incluídos entre os resíduos sólidos definidos no caput deste artigo, os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água e os gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como os líquidos cujas características tornem inviável o seu lançamento em rede pública de esgotos ou corpos d'água ou exijam, para tal fim, solução técnica e economicamente inviável, em face da melhor tecnologia disponível, de acordo com as especificações do Instituto Ambiental do Paraná - IAP.

A Lei nº 12.493 responsabiliza os geradores de resíduos sólidos pela destinação final, conforme art. 4º:

Art. 4o As atividades geradoras de resíduos sólidos, de qualquer natureza, são responsáveis pelo seu acondicionamento, armazenamento, coleta, transporte, tratamento, disposição final, pelo passivo ambiental oriundo da desativação de sua fonte geradora, bem como pela recuperação de áreas degradadas.

Em 2002, a Lei Complementar nº 94 determinou a Agência Reguladora de Serviços Públicos Delegados de Infraestrutura do Paraná (Agepar) como encarregada por monitorar os procedimentos relacionados aos serviços de gás canalizados no Estado. Entre seus principais objetivos, estão:

- Assegurar a prestação de serviços adequados ao pleno atendimento dos usuários, satisfazendo condições de qualidade, regularidade, continuidade, eficiência, segurança, atualidade e modicidade nas suas tarifas;
- Aplicar penalidades decorrentes do descumprimento da legislação vigente ou dos contratos; e
- Garantir ampla proteção aos usuários e soluções rápidas e consensuais de conflitos.

Ainda em 2002, a Lei Estadual nº 13.806 trouxe disposições sobre o controle de poluição atmosférica, padrões e gestão de qualidade do ar no Paraná. Em 2008, a Resolução CEMA nº 065 apresentou os procedimentos para o Licenciamento Ambiental.

Em 2010, a Resolução Conjunta SEMA/IAP nº 05, estabeleceu procedimentos para licenciamentos de unidades de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica no Estado do Paraná. Em 2012, foi instituída a Política Estadual sobre Mudanças Climáticas, por meio da Lei Estadual nº 17.133.

Em 2013, a Resolução CEMA nº 90 estabeleceu condições e critérios para empreendimentos de compostagem de resíduos sólidos de origem urbana e de grandes geradores e para o uso do composto gerado.

Em 2018, a Lei Complementar nº 205 dispôs acerca de concessão de serviços de distribuição de gás canalizado, que tem como objetivo prover infraestrutura de energia adequada a fim de promover o desenvolvimento social e econômico do estado paranaense; propiciar a expansão da rede de distribuição como planejamento estadual e articular a utilização do gás natural em bases econômicas, sociais e ambientais sustentáveis. Ademais, procura-se atrair investimentos para o setor e garantir a qualidade, eficiência, atualidade e modicidade da tarifa.

A prestação de serviço de distribuição deve respeitar os princípios da qualidade, regularidade, continuidade, eficiência, segurança, atualidade, generalidade, cortesia e modicidade na prestação de serviços.

A Lei Complementar nº 205 também acrescentou a competência de regulação, normatização, controle, medição, fiscalização sobre o serviço de distribuição e comercialização de gás canalizado, acrescido aos objetivos da Agepar, que passou a regular e fiscalizar os serviços de distribuição da Companhia Paranaense de Gás (Compagás).

Já ao poder concedente, o estado do Paraná, ficou determinado a incumbência de fomentar procedimentos para a outorga da concessão dos serviços de distribuição, fiscalizar obras de engenharia relativas à concessão, anuir os Planos de Emergências e Continuidade do Serviço e manter atualizadas as condições gerais de serviço.

A Agepar é responsável pelas tarifas de operação e manutenção das instalações, observando os princípios de razoabilidade, transparência e publicidade, podendo incluir mecanismos tarifários de indução à eficiência. As revisões tarifárias podem ser realizadas de forma periódica (a cada quatro anos) ou extraordinária (presença de fatos não previsto em contrato).

A Lei Complementar nº 205 estabeleceu que, se comprovado o interesse público, por meio de estudos e levantamentos técnicos, a concessão dos serviços de distribuição de gás canalizado pode ser prorrogada uma única vez pelo prazo de até trinta anos, além dos trinta anos de concessão inicial permitido, dado pelo Decreto nº 4.695, de 1989.

Caso não haja prorrogação de concessão, após o vencimento do contrato a concessionária pode permanecer responsável pela prestação do serviço até que seja assumida por novo concessionário.

O mercado livre de comercialização de gás é regulamentado pela Companhia Paranaense de Gás (Compagás). A Lei Complementar nº 205 estabelece que cabe exclusivamente a Compagás a movimentação de gás na área de concessão, ou sobre contrato de movimentação de gás com a Companhia.

No que diz respeito à implementação do mercado livre para comercialização de gás canalizado, o Art. 28 da Lei Complementar nº 205 estabelece:

Art. 28. Estabelece o seguinte cronograma para implementação do mercado livre para comercialização de gás canalizado no Estado do Paraná:

I - Para o segmento termoeletrico, com consumo a partir de 500.000 m³/dia (quinhentos mil metros cúbicos por dia), a partir da publicação desta Lei Complementar, nos termos do regulamento;

II - Para os demais segmentos de mercado, com consumo a partir de 100.000 m³/dia (cem mil metros cúbicos por dia), a partir de 2021, nos termos do regulamento.

A Lei Complementar nº 211 acrescenta e renumera os dispositivos expostos na Lei Complementar nº 205. A referida lei dispõe sobre o que se entende por gás canalizado, sendo o gás natural e outros gases combustíveis ou biocombustíveis, em que a mistura segue o que especifica a ANP.

A lei também decide que cabe ao poder concedente, ou seja, ao Estado do Paraná, estabelecer metas de descarbonização e definir como serão calculadas em regulamento às concessionárias. Podendo ser cumpridas por aquisição de biometano conforme definido pela ANP ou por créditos de descarbonização – previstos na Lei Federal nº 13.576, de 26 de dezembro de 2017.

Em 2018, o Paraná registrou um grande marco para o biogás no estado, publicando a Lei Estadual nº 19.500, que dispõe sobre a Política Estadual do Biogás e Biometano, definida em seu art. 2º como:

I - cadeia produtiva do biogás, do biometano e demais produtos e direitos derivados da decomposição de matéria orgânica (biodigestão): conjunto de atividades e empreendimentos ligados entre si por relações contratuais e que fazem parte de setores da economia que utilizam, produzem, geram, industrializam, distribuem, prestam serviços, transportam ou comercializam produtos e direitos derivados da biodigestão, inclusive de resíduos sólidos e efluentes;

II - resíduos sólidos: material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas, agrícolas, pecuárias, industriais, comerciais, habitacionais, urbanas, de transporte, de compostagem e de prestação de serviços, dentre outras, nos estados sólidos ou semissólidos;

III - efluentes: despejos líquidos provenientes de estabelecimentos industriais, (efluente industrial), das atividades humanas (efluentes ou esgoto doméstico) e das redes pluviais, que são lançadas no meio ambiente na forma de líquidos ou de gases;

IV - biodigestão: processo de decomposição de matéria orgânica na ausência de oxigênio, por meio da sua transformação em novos

produtos mediante alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas;

V - biogás: gás bruto obtido da decomposição biológica de produtos ou resíduos orgânicos;

VI - biometano: biocombustível gasoso constituído essencialmente de metano, derivado da purificação do biogás, nas especificações definidas pelas autoridades competentes em ato regulatório;

VII - fertilizante orgânico: produto de natureza fundamentalmente orgânica, obtido por processo físico, químico, físico-químico ou bioquímico, natural ou controlado, a partir de matérias primas de origem industrial, urbana ou rural, vegetal ou animal, enriquecido ou não de nutrientes minerais;

VIII - biofertilizante: produto que contém princípio ativo ou agente orgânico, isento de substâncias agrotóxicas, capaz de atuar, direta ou indiretamente, sobre todo ou parte das plantas cultivadas, elevando a sua produtividade, sem ter em conta o seu valor hormonal ou estimulante.

No parágrafo único do art. 3º (Lei Estadual nº 19.500), a biodigestão para geração de biogás ou biometano, feita por destinação ou transferência, é reconhecida como uma destinação adequada para os resíduos e efluentes.

Além disso, o Poder Público é autorizado a fomentar a cadeia de valor do biogás e biometano por meio de programas específicos que promovam, entre outras coisas, o aumento da participação do biometano destinado ao gás canalizado e a geração de energia elétrica a partir do biogás (art. 6º). Empreendimentos com arranjos enquadrados na lei em questão poderão se beneficiar de incentivos fiscais, recursos financeiros, subvenção econômica, matérias ou infraestrutura, regimes especiais de transferência, cessão e utilização de créditos tributários, parceria, convênios ou contratos específicos (art. 7º).

Por fim, em relação ao licenciamento ambiental de empreendimentos de biogás, a Copel exige declaração de dispensa de licenciamento ambiental estadual ou outro documento a critério do Instituto Ambiental do Paraná (IAP) para a comprovação da regularidade ambiental do empreendimento com biogás, conforme NTC 905200:

3. Nos casos de geração de energia por biogás, se for apresentada a licença da atividade fornecedora da matéria orgânica (por exemplo, da suinocultura) sem que nela haja referência à aprovação da geração de energia por biogás, caberá ao acessante apresentar manifestação escrita do IAP, na qual conste que, no processo de licenciamento da atividade fornecedora da matéria orgânica em análise, a geração de energia por biogás foi aprovada.

O fato de o Paraná ter construído legislação específica para empreendimentos de biogás é um bom indicativo do interesse da gestão pública em projetos conectados com a gestão de resíduos e aproveitamento energético.

4.2 Ambiente organizacional da geração de energia elétrica com biogás no Oeste do Paraná

O Estado do Paraná possui um longo histórico de investimentos e estímulo a projetos de pesquisa, desenvolvimento e inovação que proporcionaram o desenvolvimento de uma estrutura inigualável em termos de produção agroindustrial e agropecuária, prezando pela eficiência e sustentabilidade.

Buscar atender as eminentes demandas energéticas utilizando resíduos destes setores, valendo-se da pesquisa e inovação, fortaleceu e se estabeleceu como referências universidades, ICTs (institutos de ciência, tecnologia e inovação) e empresas privadas, criando um ambiente para o intercâmbio de conhecimento entre os profissionais nas esferas estadual, nacional e internacional, ao mesmo tempo que se estimulou o empreendedorismo, competitividade e novas oportunidades de mercado por meio da inovação.

O Estado conta com 8 institutos tecnológicos, dos quais 2 estão sediados na região Oeste: a Fundação Parque Tecnológico de Itaipu (FPTI) e o Centro Internacional de Energias Renováveis - Biogás (CIBiogás-ER), a única ICT em âmbito nacional dedicada ao desenvolvimento da cadeia do biogás. Ambos com projetos na área de biogás e energia elétrica.

Em termos de Universidades, conta com 7 instituições de ensino estaduais: Universidade Estadual de Londrina (UEL), Universidade Estadual de Maringá (UEM), Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG), Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO), Universidade Estadual do Norte do Paraná (UENP), e, Universidade Estadual do

Paraná (UNESPAR), e 4 universidades federais: Universidade Federal do Paraná, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Universidade Federal da Fronteira Sul e Universidade Federal da Integração Latino-Americana. A região Oeste possui campus de 4 destas Universidades, a UNILA, UNIOESTE, UFPR e UTFPR, sendo que todas as Universidades do Oeste possuem pesquisas em biogás, energia elétrica, tratamento de resíduos orgânicos, entre outros temas relevantes para o SAG Biogás.

Os estímulos à pesquisa de base no Paraná geraram um extenso capital intelectual regional, com uma massa crítica de mais de 20 mil doutores atuantes no Estado nas mais variadas áreas. Para energias renováveis, especificamente para o contexto do biogás e biometano, o cenário no Estado é relevante, estando alinhado com o programa “Paraná Energias Renováveis”, desenvolvido pela Secretaria da Agricultura e do Abastecimento e pelo Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná, com objetivo de disseminar o uso das energias renováveis, entre elas o biogás, em unidades produtivas paranaenses, beneficiando produtores rurais, cooperativas agropecuárias e agroindustriais.

Considerando que as interações entre universidade/ICTs, empresa e governo representam a base dos sistemas de inovação e, quando bem coordenadas e estruturadas, contribuem para o desenvolvimento de um território, neste aspecto, o oeste do Paraná organizou, por meio do Programa Oeste em Desenvolvimento, um sistema regional de inovação, baseado na Tríplice Hélice, denominado de SRI OESTE, para promover um ambiente favorável à inovação e ao desenvolvimento (STEIN, 2019; SRI, 2021).

Com isso, o Paraná, fortalecendo o ecossistema do Oeste, aumenta sua relevância e destaque em discussões de políticas públicas em esferas consideradas estratégicas e ainda se posiciona como estado com projetos inovadores, destacando-se no tocante à inserção de novas fontes de energia renovável, estimulando a implantação de novas unidades produtoras de biogás por exemplo, aplicadas à geração de energia elétrica, térmica ou combustível veicular (biometano).

Nos últimos anos, diversos projetos de pesquisa e desenvolvimento foram empreendidos no Oeste do Paraná, sendo projetos de arranjos coletivos, biometano, *Microgrid*, Modelos de Negócios e Hidrocarbonetos a partir de biogás, entre outros. Estes projetos colocam o Oeste do Paraná como a principal referência para inovação no setor de biogás brasileiro.

O Projeto “Arranjo técnico e comercial de geração distribuída de energia elétrica a partir do biogás de biomassa residual da suinocultura em propriedades rurais no município de Entre Rios do Oeste do Paraná” foi realizada através da chamada número 14 de P&D ANEEL/2012, sendo a Companhia Paranaense de Energia (COPEL) a patrocinadora e executado pelo CIBiogás e Fundação Parque Tecnológico Itaipu (FPTI).

O biogás produzido por 18 suinocultores participantes do projeto, que totalizam um plantel de 40 mil suínos, onde a produção de 4.600 m³/dia de biogás a partir do tratamento diário de 215 toneladas de resíduos, é transportado por uma tubulação subterrânea com cerca de 22km até uma Minicentral Termelétrica (MCT), onde é convertido em energia elétrica.

A energia gerada é utilizada na compensação da energia consumida em prédios públicos do município de Entre Rios do Oeste. Dois grupos de motogeradores de 240 kW cada um gera cerca de 250 MWh/mês, energia suficiente para abastecer 69 prédios públicos da cidade.

O modelo de negócio desenvolvido envolve os produtores rurais que comercializam o biogás produzido em suas propriedades com o poder municipal que utiliza o biogás para gerar energia. O projeto é um caso de sucesso sobre como viabilizar projetos de biogás a partir de arranjos coletivos. De forma direta, o projeto também estimula a economia da região, fomentando uma nova oportunidade de serviços especializados e suprimentos, com alta demanda de mão de obra especializada e fornecedores.

Outro projeto no Oeste do Paraná conectado com inovação no setor elétrico é o projeto “Implantação e monitoramento de uma Unidade Piloto de *Microgrid* no Oeste do Paraná”, executado em São Miguel do Iguaçu-PR envolvendo Itaipu Binacional, FPTI e CIBiogás.

A região de implantação da *microgrid* é na área rural do município de São Miguel do Iguaçu, próximo à Granja São Pedro – Colombari, a qual apresenta em suas instalações uma unidade geradora a biogás de 75 kW, conectada em GD em operação desde 2010.

O projeto tem como principal objetivo estruturar o arranjo técnico e operacional da *microgrid*. Os testes iniciados em julho de 2021 mostraram sucesso operacional do arranjo técnico desenvolvido, com energia elétrica exportada às unidades no entorno da granja.

O projeto inovador, primeira *microgrid*, a partir do biogás, evidenciou como o biogás é importante para garantir o fornecimento de energia em localidades que sofrem com constantes quedas no fornecimento. Esse domínio tecnológico é de extrema relevância para o avanço da segurança energética regional no Oeste do Paraná, pois trata-se de um arranjo em que, na falta de energia elétrica da concessionária, uma unidade geradora local é acionada e assume uma parte da rede de distribuição, através de um isolamento temporário dos consumidores. Quando o serviço da concessionária é normalizado, o isolamento deste grupo de consumidores é interrompido.

A cadeia produtiva do biogás no Brasil é um segmento em ascensão, assim como a inserção deste energético na matriz energética brasileira, impulsionada principalmente pelo processo de transição energética e as metas globais de descarbonização. Segundo resultados do Projeto “Aplicações do Biogás na Agroindústria Brasil”, são 422 fornecedores atuando no setor e oferecendo serviços e equipamentos orientados para a implantação, operação e o aproveitamento energético do biogás e biometano (PIBiogas, 2021).

No Paraná, estão localizados 4,5% destes fornecedores (19 empresas), das quais 13 estão sediadas na região Oeste, representando 3,1% do total brasileiro e 68,4% do total de empresas no Paraná. A alta disponibilidade de prestadores de serviços está ligada ao contexto desta região, que se destaca como pioneira na implantação de unidades de geração distribuída a partir do biogás. Além disso, a extensa exploração do agronegócio, principalmente a criação de suínos e aves na região, impulsionam a busca por alternativas sustentáveis de tratamento dos resíduos oriundos dessas atividades, bem como redução de custos, segurança e eficiência energética.

4.3 Ambiente tecnológico da geração de energia elétrica com biogás

Ao identificar, no Oeste do Paraná, grande quantidade de propriedades com suinocultura e a importância do manejo adequado dos dejetos para o desenvolvimento sustentável do agronegócio, esse artigo possui o objetivo de identificar custos de referência para comercialização de dejetos em diferentes cenários tecnológicos de centrais de bioenergia. Segundo KUNZ et al (2014), o maior desafio atual é

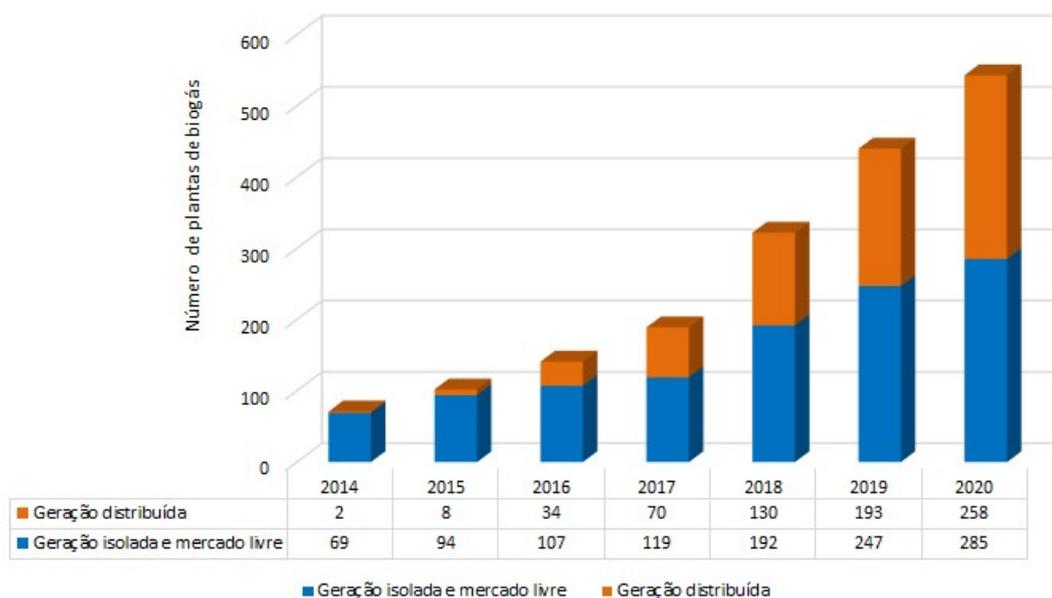
compatibilizar os custos das tecnologias desenvolvidas com a capacidade de assimilação destes pelo setor produtivo.

O desenvolvimento rural pode ser potencializado a partir da introdução de novas tecnologias. Nesse sentido, a integração para tratamento de dejetos pode ser considerada um diferencial competitivo regional, como destaca FAVARETO (2010), indicando que aí está o principal desafio do desenvolvimento rural: favorecer a introdução de inovações que possam tornar mais rápida a passagem para este novo padrão, mais coerente com a ideia de desenvolvimento sustentável.

A geração de energia elétrica por fontes do agronegócio é um processo de inovação no setor com alto impacto na segurança energética e, conseqüentemente, na competitividade. O Oeste do Paraná possui uma característica que amplia a necessidade de geração distribuída de energia elétrica. A região limita-se a oeste pelo Rio Paraná e ao sul pelo Rio Iguaçu e Parque Nacional do Iguaçu, o que significa que temos muitas linhas de distribuição de energia que terminam neste território. Os consumidores em fim de linha são os primeiros impactados em situação de falta de energia elétrica ou baixa qualidade na energia elétrica.

A maioria das plantas de biogás para energia elétrica no Oeste do Paraná possuem um arranjo simples, em que um produtor produz o biogás e o utiliza para a geração de energia elétrica conectada ou não à rede da concessionária. A vantagem de conectar é que se consegue maior rendimento do grupo moto gerador, pois consegue manter geração constante, uma vez que não varia conforme o consumo. Porém, quando conectada, se houver queda de tensão na rede ou falha no fornecimento de energia elétrica, a geração é desligada automaticamente, por segurança. Trata-se de sistema de proteção da rede e visa garantir segurança para o caso de manutenção da rede. Quando não conectado à rede, é possível gerar energia elétrica independente das condições da rede de distribuição.

Figura 11 - Número de Plantas de Biogás no Brasil em Geração Distribuída e Geração Isolada



Fonte: ANEEL (2021)

Com o aperfeiçoamento da legislação e a oportunidade de negócios com a energia excedente, diversas propriedades migraram da geração isolada para a geração distribuída. Analisando a figura 12, é possível identificar que, a partir de 2015, houve ampliação do número de plantas de biogás em geração distribuída e sua representatividade aumentou ano após ano. Porém ambos os modelos ainda são amplamente usados na suinocultura.

Os consórcios e cooperativas de energia possuem importante efeito nessa ampliação. Nestes casos, os prosumidores (consumidores que também geram energia) se associam a consumidores de energia que investem na planta em troca de participação na compensação da energia elétrica excedente. Nesta modalidade, os produtores de biogás para energia elétrica isolados encontraram boa oportunidade de ampliar receitas a partir desse compartilhamento dos créditos de energias elétrica.

Produtores rurais que não encontravam viabilidade em empreender projetos isoladamente encontraram, nessa modalidade, a oportunidade para viabilizar seu projeto e dividir os custos de implantação e operação das unidades. Porém, a resolução de geração distribuída veta a comercialização de energia. Dessa forma, os arranjos se configuram pelo compartilhamento de investimentos (implantação e operação) em troca de participação nos resultados das plantas de biogás.

Tabela 6 - Potencial de Geração de Energia Elétrica por Fonte do Agronegócio.

| Atividade | Energia Elétrica (GWh/ano) | | |
|--|----------------------------|--------------|---------------|
| | Oeste PR | Paraná | Brasil |
| Bovinocultura | 25 | 117 | |
| Avicultura | 90 | 305 | 34.910 |
| Suinocultura | 354 | 581 | |
| Laticínios | 32 | 162 | 11.872 |
| Indústria de processamento de mandioca | 62 | 395 | 1.370 |
| Abatedouros | 78 | 249 | 7.472 |
| Total | 640 | 1.807 | 55.623 |

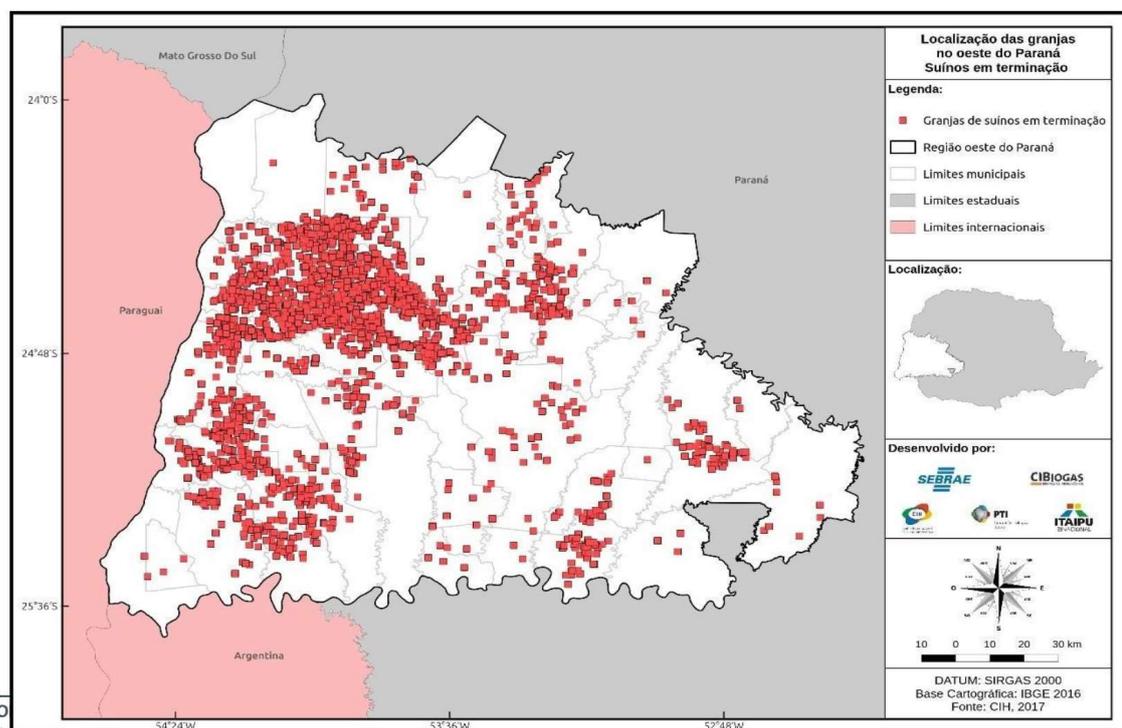
Fonte: CIBiogas (2021).

A suinocultura no Oeste do Paraná se apresenta de forma distribuída em todo o território, como representado nas figuras 11. Em todo o território Oeste do Paraná existem muitas oportunidades para geração de energia elétrica com biogás, seja em arranjos individuais ou coletivos. Os arranjos coletivos se apresentam como boa alternativa em suinocultores com plantel inferior a 3 mil suínos em terminação.

Segundo dados da ABCS (2020) sobre o Sul do Brasil, 31,7% dos suinocultores possuem plantel inferior a 3 mil suínos. Nesse sentido, a implantação de arranjos coletivos se faz interessante, visto que um empreendimento pode atender a um grupo de produtores com infraestrutura menor do que seria a soma de todas as estruturas envolvidas em cada uma das propriedades.

As centrais de bioenergia se apresentam como alternativa ao tratamento de dejetos de forma individual, na propriedade com suinocultura. A central é uma planta de produção de biogás e geração de energia elétrica, que recebe dejetos de produtores próximos e realiza o tratamento dos dejetos e seu aproveitamento energético, considerando dois resultados: energia elétrica e digestato.

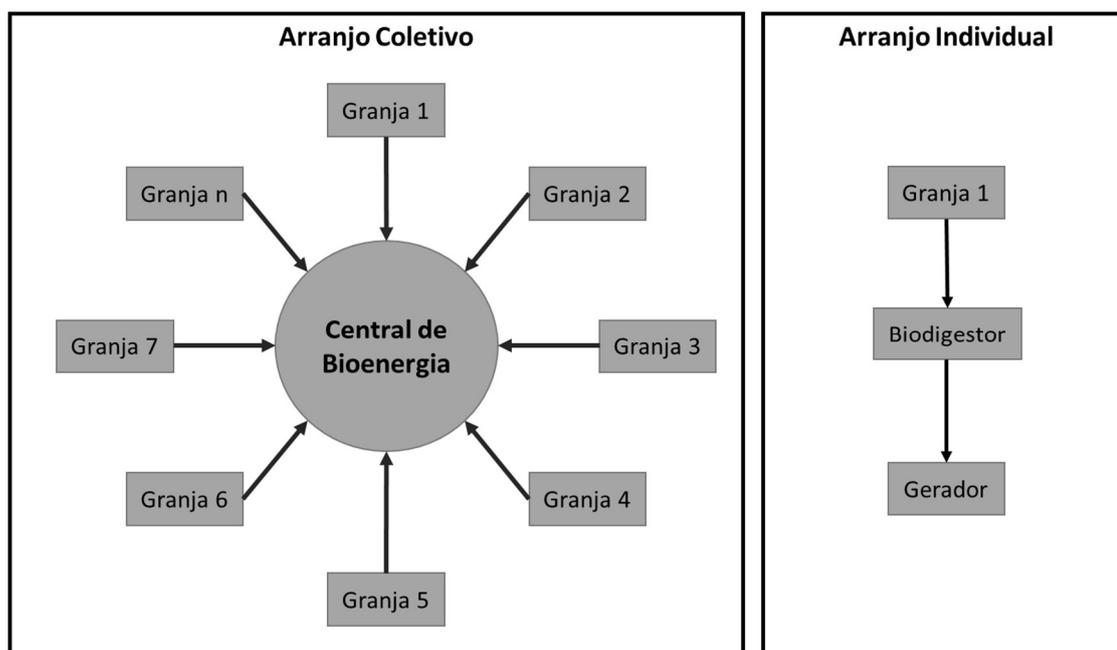
Figura 12 - Distribuição das Granjas de Suínos no Oeste do Paraná



Fonte :POD (2017).

A central é considerada um arranjo coletivo. Outro tipo de arranjo coletivo é o condomínio de agroenergia, onde o biogás é produzido nas propriedades e transportado por rede de gás para uma unidade central para geração de energia elétrica. No Oeste do Paraná, existem dois arranjos coletivos nesta modalidade, o Condomínio de Agroenergia da Sanga Ajuricaba, em Marechal Cândido Rondon, e o Condomínio de Entre Rios do Oeste, no município de Entre Rios do Oeste (BIASI et al, 2018; MARQUES et al. 2017).

Figura 13 - Diferentes Arranjos de Geração de Energia Elétrica com Biogás



Fonte: Elaborado pelo autor.

Em Entre Rios do Oeste-PR, 18 suinocultores encaminham o biogás produzido em suas propriedades para a Microcentral de Energia Elétrica. Nesse caso, todo o biogás é coletado pela rede. A Prefeitura Municipal é a dona da Microcentral e utiliza o biogás para geração de energia elétrica e compensa em unidades consumidoras da rede pública. Os produtores comercializam o biogás por R\$ 0,25 por m³ de biogás para a Prefeitura Municipal (CIBiogas, 2020).

Os arranjos implantados na região oeste do Paraná são conhecidos no Brasil e no Mundo como arranjos inovadores, seja na geração distribuída com biogás, microredes com biogás, centrais de bioenergia, condomínios de agroenergia, ou ainda, em comercialização do biogás por produtores rurais. A região se apresenta com destaque no desenvolvimento de tecnologias e arranjos de negócios com biogás para energia elétrica (IEA,2019; IEA 2018; BIASI, 2018; CIBIOGAS 2016).

Figura 14 - Microcentral Termelétrica em Entre Rios do Oeste



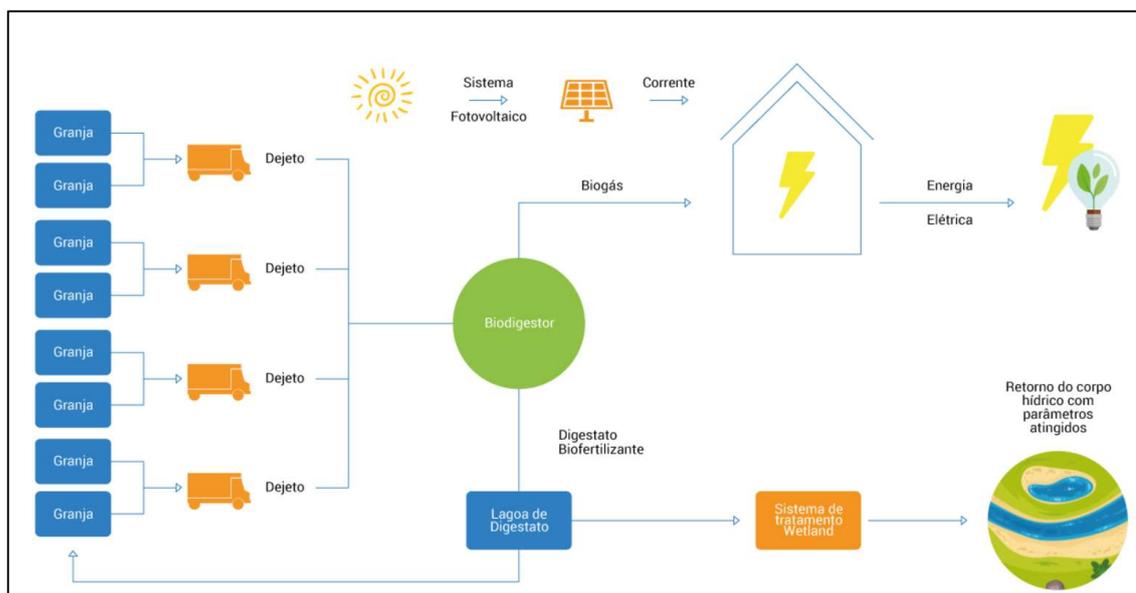
Fonte: CIBiogas (2021)

No Condomínio de Agroenergia da Sanga Ajuricaba, em Marechal Cândido Rondon-PR, uma rede coletora de 25,5km coleta o biogás produzido em propriedades de agricultura familiar para um central, onde o biogás pode ser utilizado para geração de energia elétrica ou térmica. Nesse caso, os produtores utilizam o biogás na propriedade e o excedente é coletado pela rede. O uso do biogás nas propriedades é térmico, substituindo o GLP. O condomínio, implantado em 2009, atualmente não opera de forma coletiva, somente nas propriedades.

Os dois arranjos coletivos citados se diferenciam, principalmente, pelo elemento integrador. Enquanto na central de bioenergia o substrato (dejeito) é o elemento integrador, nos condomínios de Agroenergia é o biogás. Nos arranjos individuais todo o processo de produção de biogás e geração de energia elétrica ocorrem nos limites da propriedade. Porém, mesmo em projetos individuais é possível operar em parceria, em situação onde investidores parceiros, com interesse em compensação de energia, estabelecem arranjo cooperativo ou consorciado de energia.

Como exemplo de central de bioenergia com integração por substratos, há o empreendimento em Ouro Verde do Oeste-PR, que coleta dejetos de 40 suinocultores parceiros utilizando caminhões, encaminha-os para um biodigestor e o biogás produzido é utilizado para geração de energia elétrica que, por sua vez, é injetada na rede de distribuição de energia elétrica. A potência instalada nesta unidade é de 2,0MW.

Figura 15 - Esquema de Geração de energia fotovoltaica e biogás em Ouro Verde do Oeste-PR



Fonte: Enerdimbo (2021).

O Oeste do Paraná possui 55 plantas de biogás, o equivalente a 40% do total de plantas de biogás no Paraná. O volume de biogás produzidos nessas unidades é 57,4 milhões de m³/ano, equivalente a 30% da produção estadual. O maior número de plantas é de pequeno porte, produzindo menos de 1 milhão de m³/ano. A região não possui planta de grande porte, com mais de 5 milhões de m³/ano. Entre os setores, destaca-se a agropecuária, com 41 das 55 plantas de biogás. Os outros setores são a Indústria, com 11 plantas e RSU² ou Esgoto, com 3 plantas.

Tabela 7 - Distribuição das Plantas de Biogás do Oeste do Paraná por Porte e Setor.

| Porte da Planta | Agropecuária | Indústria | RSU/Esgoto | Total |
|--|--------------|-----------|------------|-----------|
| Pequeno (<1 milhão m ³ /ano) | 39 | 3 | 3 | 45 |
| Médio (1 a 5 milhões m ³ /ano) | 2 | 7 | 0 | 9 |
| Grande (>5 milhões de m ³ /ano) | 0 | 1 | 0 | 1 |
| Total | 41 | 11 | 3 | 55 |

Fonte: CIBiogas (2021)

² RSU: Resíduos Sólidos Urbanos.

Quanto ao uso do biogás, destaca-se a energia elétrica, sendo a aplicação em 65% das plantas de biogás do Oeste do Paraná. Em segundo lugar, o uso térmico representa a aplicação em 31% das plantas de biogás da região. O biometano é produzido e utilizado em somente uma planta da região.

Tabela 8 - Distribuição das Plantas de Biogás do Oeste do Paraná por Aplicação e Setor.

| Fonte | Energia Elétrica | Térmica | GNR Biometano | Mecânica | Total |
|---------------|------------------|-----------|---------------|----------|-----------|
| Agropecuária | 34 | 6 | 0 | 1 | 41 |
| Industria | 0 | 11 | 0 | 0 | 11 |
| RSU ou Esgoto | 2 | 0 | 1 | 0 | 3 |
| | 36 | 17 | 1 | 1 | 55 |

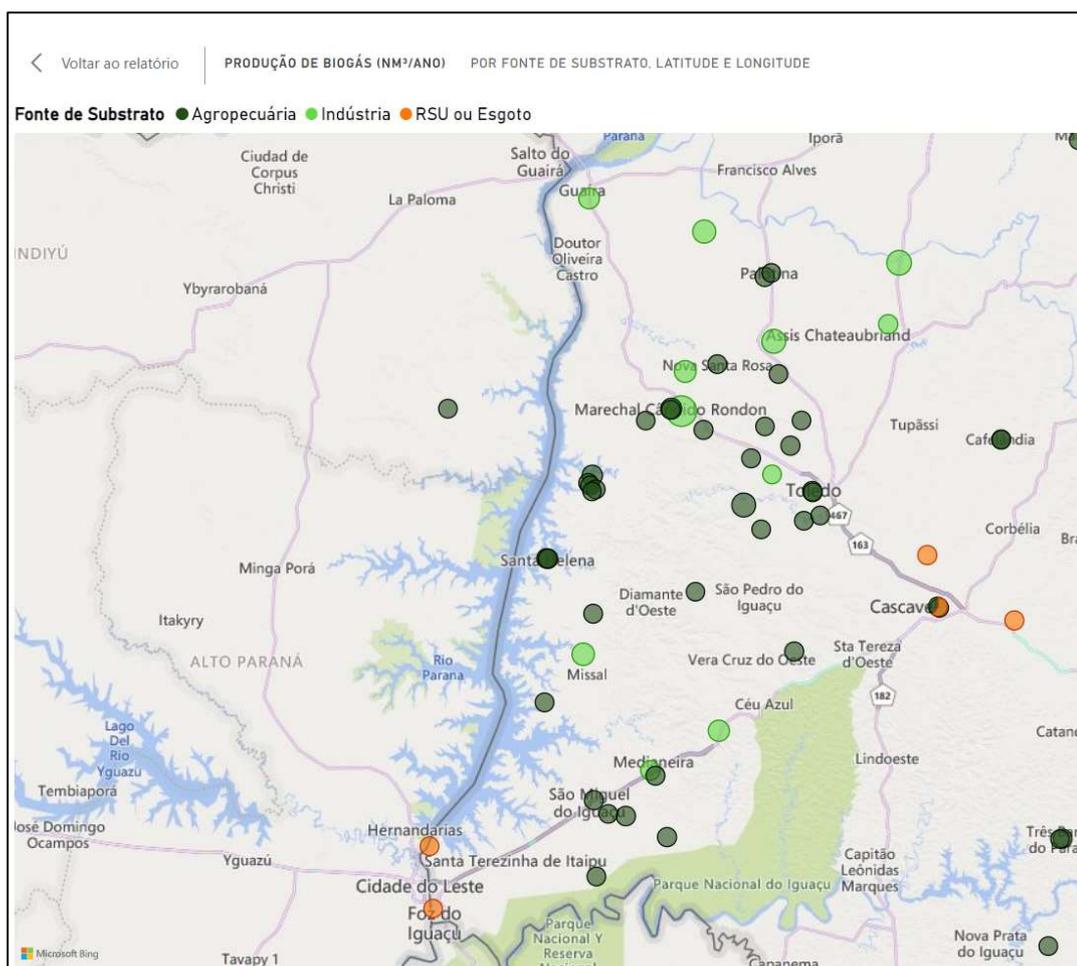
Fonte: CIBiogas (2021).

Ao cruzarmos os dados de aplicação e setor, é possível identificar que a maioria (94%) das plantas de energia elétrica estão na agropecuária e nenhuma indústria da região utiliza, atualmente, o biogás para geração de energia elétrica. Outra constatação é que todas as indústrias do Oeste utilizam o biogás para aplicações térmicas, o que indica que os usos em caldeira têm apresentado maior atratividade que os investimentos em geração de energia elétrica.

Um aspecto que pode ter influenciado esse dado é a migração de diversas indústrias do Oeste do regime de contratação regulado para o mercado livre. Nesse caso, o custo com energia elétrica é usualmente menor e reduz a atratividade de projetos de biogás para energia elétrica neste setor. Importante destacar que o levantamento do CIBiogas apresentado no BiogasMap considera agroindústria como indústrias e unidades de produção de leitões estão consideradas na categoria agropecuária. Unidades de produção de leitões são consideradas no setor agropecuária (CIBiogas, 2021).

Ao analisar a distribuição das plantas no Oeste do Paraná, é possível verificar que estão bem distribuídas em todo o território Oeste Paranaense. Os municípios de Toledo e Marechal Cândido Rondon concentram diversas unidades de biogás, apresentando-se como área do território com maior concentração.

Figura 16 - Distribuição das Plantas de Biogás no Oeste do Paraná pelo BiogasMap



Fonte: CIBiogás, 2021.

Entre os diversos arranjos tecnológicos para geração de energia elétrica a partir de biogás em operação no oeste do Paraná, destacam-se:

- Unidades produzindo biogás e gerando energia elétrica isoladamente da rede. Nesse caso, atendem somente a demanda interna.
- Unidades produzindo biogás, gerando energia elétrica e injetando o excedente de energia elétrica na rede. Desse modo, podem atender somente demanda interna ou demanda de outras unidades do mesmo titular ou compensação em unidades consumidoras de terceiros desde que em cooperativa ou consórcio.
- Centrais de energia recebendo (comprando) biogás de produtores parceiros, gerando energia elétrica e injetando o excedente de energia elétrica na rede. Nesse caso, podem atender somente demanda interna ou demanda de outras unidades do mesmo titular ou compensação em unidades consumidoras de terceiros desde que em cooperativa ou consórcio.

- Centrais de energia produzindo biogás a partir de substratos de diversos produtores e agroindústrias, gerando energia elétrica e injetando o excedente de energia elétrica na rede. Além disso, podem atender somente demanda interna, demanda de outras unidades do mesmo titular ou compensação em unidades consumidoras de terceiros desde que em cooperativa ou consórcio.

Em termos de negócios, foram identificados 4 arranjos possíveis:

- Produtor de biogás investe sozinho na planta e é o único beneficiado;
- Produtor de biogás vende o biogás produzido e não se beneficia da sua aplicação energética;
- Produtor participa de consórcio ou cooperativa, o investimento é coletivo (contrato não regulado) e o benefícios são rateados entre os envolvidos em proporção negociada entre eles;
- Empresa de comercialização ou gestão de energia contrata o produtor pelo substrato, arrenda área da propriedade e faz todo o investimento na planta de biogás e geração de energia elétrica. O benefício para o produtor é o dejetado tratado e a receita do arrendamento.

A diversidade de arranjos tecnológicos e de negócios é grande, mesmo considerando somente a energia elétrica como aplicação do biogás. Cada uma destas alternativas carrega consigo complexidade operacional peculiar aos arranjos escolhidos e grupo de envolvidos. Torna-se essencial para o sucesso dos arranjos que envolvem diversos atores o alinhamento de expectativas, complexidade operacional e contratual.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os vinte e cinco entrevistados apresentaram percepções importantes sobre o contexto dos projetos de biogás para energia elétrica no Oeste do Paraná. Os resultados e discussão estão divididos em dois itens: o primeiro, de qualificação dos entrevistados; e o segundo, de percepções sobre os projetos de biogás na região.

5.1 Qualificação dos entrevistados

A seguir, são apresentadas as respostas dos entrevistados, categorizadas em argumentos representativos.

As perguntas 1 a 3 possuem o objetivo de verificar que os entrevistados possuem envolvimento e tempo de experiência no mercado de biogás, além de ter boa compreensão dos arranjos de geração de energia elétrica com biogás no Oeste do Paraná.

5.1.1 Relação com o setor de biogás

A pergunta 01 (Qual sua relação com o setor de biogás?) possui a finalidade de qualificar o entrevistado em relação ao seu relacionamento com o mercado de biogás. Foi possível identificar, dentre todos os entrevistados, experiências como projetistas e consultores em plantas de biogás para energia elétrica, em regulação do setor elétrico, suporte técnico a produtores rurais, pesquisa e desenvolvimento de tecnologias no setor. A atuação principal de cada um dos entrevistados é apresentada na tabela 9, a seguir.

Entre os entrevistados, foram identificadas atuações bastante diversas, indicando que o grupo de percepções pode apontar um contexto muito próximo da realidade. O entrevistado 3 ressaltou que “atua no setor de biogás desde 2016, fortemente na parte de regulação, e dimensionamento de geradores e aplicação energética”, com uma conexão mais próxima de consultoria para planejamento e operação de plantas. Da mesma forma, o entrevistado 7, que se apresentou como *“profissional na área do biogás e tenho uma empresa que atua no desenvolvimento de projetos de biogás”*.

Tabela 9 - Atuação principal dos entrevistados no contexto do biogás

| Entrevistado | OSG | GPB | F | CTS | CI | AP |
|--------------|-----|-----|---|-----|----|----|
| 1 | | | | | | |
| 2 | | | | | | |
| 3 | | | | | | |
| 4 | | | | | | |
| 5 | | | | | | |
| 6 | | | | | | |
| 7 | | | | | | |
| 8 | | | | | | |
| 9 | | | | | | |
| 10 | | | | | | |
| 11 | | | | | | |
| 12 | | | | | | |
| 13 | | | | | | |
| 14 | | | | | | |
| 15 | | | | | | |
| 16 | | | | | | |
| 17 | | | | | | |
| 18 | | | | | | |
| 19 | | | | | | |
| 20 | | | | | | |
| 21 | | | | | | |
| 22 | | | | | | |
| 23 | | | | | | |
| 24 | | | | | | |
| 25 | | | | | | |

Nota: OSG - Organização Setorial/Governo, GPB – Gestor de Planta de Biogás, F – Fornecedor, CTS – Consultor/ Técnico/ Serviços, CI – Cooperativa/ Integradora, AP – Academia/ Pesquisa

Fonte: Dados da pesquisa.

O entrevistado 22 apontou que “atua em implantação de projetos de biogás e projetos em parceria com produtores onde a empresa investe junto com o produtor na planta, garantindo compra da energia gerada”, apresentando atuação maior no

processo de implantação e operação de plantas em modelo de parcerias ou consórcios de energia.

Tabela 10 - Relação com o Setor de Biogás

| Categoria | Quantidade de respostas |
|--|--------------------------------|
| Com atuação em planejamento, implantação e/ou operação de plantas | 22 |
| Com atuação em Pesquisa e Desenvolvimento no setor de biogás e energia | 3 |
| Sem envolvimento com o setor de biogás | 0 |

Fonte: Dados da pesquisa.

Entre os entrevistados, produtores de biogás, como o entrevistado 16, que implantou um sistema de geração de energia elétrica com biogás em sua granja de suínos, com o objetivo de tornar sua usina autossustentável.

A maioria dos entrevistados indicou experiência em planejamento, implantação e/ou operação de plantas de biogás. Este fato indica que os entrevistados estão familiarizados com os desafios técnicos, tecnológicos, institucionais e organizacionais de empreender em plantas de biogás para geração de energia elétrica.

A experiência dos entrevistados indicou que estão envolvidos em atividades importantes ligadas ao desenvolvimento do setor de biogás e sua aplicação como insumo para geração de energia elétrica. Dos entrevistados, 5 representam organizações setoriais e governo (prefeituras), como o entrevistado 6, com atuação técnica em prefeitura municipal, que indicou atuação desde 2014 grande projeto de condomínio de agroenergia no município em que atua.

Dos entrevistados, um grupo menor, de 3 entrevistados, indicou experiência com pesquisa e desenvolvimento, sendo esta uma experiência bastante relevante em razão do processo de avaliação constante dos processos envolvidos nas atividades relacionadas a empreender projetos de biogás. O entrevistado 8 indicou que sua atuação está ligada “Pesquisa científica e desenvolvimento tecnológico de ferramentas para modelagem de negócios, viabilidade econômica e economia circular”. As respostas destes entrevistados tendem a trazer reflexões importantes

sobre barreiras ao crescimento e, conseqüentemente, de demandas de inovação para setor.

5.1.2 Tempo de atuação no setor

Com o questionamento em relação ao tempo de atuação no setor, foi possível identificar que a grande maioria dos entrevistados atuam no setor de biogás há mais de três anos. Somente dois deles, produtores de biogás em suas propriedades, estão envolvidos com o setor há menos de três anos. Outros produtores de biogás entrevistados estão envolvidos há mais de 10 anos na atividade.

O objetivo com essa pergunta é identificar se os entrevistados estão há tempo suficientes no setor de biogás que lhes tenha permitido discutir, desenvolver e empreender em eventos importantes para o crescimento do número de projetos de biogás para energia elétrica. O tempo de atuação no setor, para os entrevistados com mais de três anos, variou tre 3 e 13 anos.

O entrevistado 1 apresentou tempo de atuação em outros setores relacionados ao biogás, ao indicar que “Tenho três anos de atuação no setor de biogás e biometano. Se nós considerarmos que o biogás e biometano fazem parte da Matriz de renováveis, [...] minha atuação nesses setores de bioenergia e agro começou em 2009”. Já o entrevistado 10, indicou atuação bastante específica no setor de biogás, ao indicar que atua “dedicado ao setor de biogás desde 2014”.

Tabela 11 – Tempo de atuação

| Categoria | Quantidade de respostas |
|---|--------------------------------|
| Com mais de 3 anos de envolvimento com o setor | 23 |
| Com menos de 3 anos de envolvimento com o setor | 2 |

Fonte: Dados da pesquisa.

Considerando que a atualização da regulação do setor elétrico para projetos de geração distribuída (GD) tramita desde 2018 e que os últimos 3 anos foram de ampla discussão sobre atributos e alternativas regulatórias para o incentivo da

geração de energia elétrica com biogás, entrevistados com mais de 3 anos de experiência vivenciaram período importante do desenvolvimento do setor de biogás.

5.1.3 Arranjos típicos com biogás no oeste do Paraná

O oeste do Paraná possui, atualmente, 55 plantas de biogás em operação, sendo que a maior parte delas no setor agropecuário (94%) e a principal aplicação é para geração de energia elétrica (65%). Todos os entrevistados indicaram arranjos de geração de energia elétrica no agronegócio, especialmente em propriedades rurais, como o arranjo mais empreendido na região.

O entrevistado 5 trouxe atenção para a questão de segurança energética, indicando que os projetos estão orientados para o aproveitamento de resíduos de suínos a fim de abater conta do consumo da própria unidade consumidora.

Tabela 12 – Conhecimento dos arranjos típicos com biogás

| Categoria | Quantidade de respostas |
|---|--------------------------------|
| Conhece os arranjos de projetos de biogás no Oeste do Paraná | 25 |
| Desconhece os arranjos de projetos de biogás no oeste do Paraná | 0 |

Fonte: Dados da pesquisa.

O entrevistado 1 indicou que percebe, no Oeste do Paraná, muitas aplicações relacionadas ao desenvolvimento de soluções de engenharia de energia elétrica para geração distribuída, reforçando o aspecto de relevância desta região em tecnologias do biogás para energia elétrica.

Os entrevistados também indicaram os outros arranjos da região, especialmente os coletivos como arranjos da região oeste do Paraná. A exemplo disso, o entrevistado 7 pontuou que os principais arranjos estão relacionados à suinocultura e ao aproveitamento energético para geração de energia elétrica. Nesse sentido, a maioria realizada em termos de arranjo individual, exceto casos emblemáticos como os do CIBiogas, associado aos projetos de condomínios de agroenergia em Entre Rios do Oeste e Marechal Candido Rondon, e Enerdimbo, com

o projeto de central de bioenergia em Ouro Verde do Oeste. O objetivo desta pergunta foi identificar que os entrevistados possuem indicativos de que estão familiarizados com os arranjos para geração de energia elétrica do biogás, no Oeste do Paraná.

5.2 Percepção dos entrevistados

Para a identificação da percepção dos entrevistados, quanto contexto de implantação e operação de arranjos tecnológicos para geração de energia elétrica no oeste do Paraná, foram realizadas 9 perguntas. As respostas foram agrupadas por categoria, de acordo com maior proximidade do discurso do entrevistado, de forma a permitir identificação de que percepções que são comuns à maioria das entrevistas e percepções que são diferentes, buscando explorar, nestes casos, quais possíveis motivos para as divergências.

5.2.1 Infraestrutura para geração de energia elétrica com biogás

Este questionamento está relacionado ao conjunto de bens públicos e privados sob os quais os empreendedores dos projetos de biogás não possuem controle. Além disso, abrange a avaliação dos entrevistados em relação aos impactos da infraestrutura disponível para que novas plantas de biogás sejam implementadas na região.

Entre os entrevistados, a maioria apresentou elementos que indicam que a infraestrutura não atende aos empreendimentos de biogás para energia elétrica. Argumentaram sobre a importância de investir no reforço da rede de distribuição de energia para que os novos empreendimentos possam se conectar à rede da concessionária.

O entrevistado 1 pontuou que a região ainda é muito carente do ponto de vista de infraestrutura disponível, reforçando a questão de que na região tem algumas localidades que são fim de linha de transmissão, onde se tem limitações na capacidade do sistema, tanto em atender a demanda elétrica do território quanto em receber uma oferta energética não planejada.

Um menor grupo de entrevistados indicou que, com os recentes investimentos da concessionária, houve melhoria significativa na rede de distribuição de energia elétrica na região, impactando positivamente para os novos projetos injetarem energia na rede. O entrevistado 9 indicou que a situação melhorou nos últimos anos e que, atualmente, com os investimentos do Programa Paraná Trifásico, do governo do estado, as redes elétricas foram atualizadas e isso facilitou a implementação de novas unidades geradoras.

Tabela 13 – Infraestrutura para projetos de energia elétrica

| Categoria | Quantidade de respostas |
|------------------|--------------------------------|
| Adequada | 10 |
| Não Adequada | 15 |

Fonte: Dados da pesquisa.

O entrevistado 22 indicou a questão de infraestrutura de distribuição de energia como o maior gargalo em sua usina, pois com a variação de tensão na rede, gera menos energia do que poderia. Nesse caso, uma usina opera com sistema de compensação em terceiros, recebendo resíduos de outros produtores. O entrevistado 17 indica que também entende como um gargalo, pois as redes não costumam atender a demanda contratada, impactando a operação das plantas.

Já o entrevistado 18, cujo foco é autoconsumo, mesmo conectado em geração distribuída, no caso de perturbações na rede de distribuição, sua unidade opera isolada da rede, atendendo somente cargas internas. Ou seja, unidades cujo negócio é a exportação de energia elétrica e compensação de energia em outras unidades, o impacto de baixa qualidade na rede de distribuição é maior. Unidades que operam isoladas, mesmo com problemas na rede, mantém entrega de benefício para o produtor.

Sobre o tema estradas rurais, os argumentos dos entrevistados não foram negativos quanto à situação atual, porém indicaram necessidade de atenção para a situação de empreendimentos coletivos com integração de substratos, como as centrais de bioenergia. O entrevistado 4 indicou que em algumas propriedades, em

dias de chuva, não é possível acessar com caminhão, impactando eventual situação de logística de dejetos, por exemplo.

5.2.2 Cooperação entre empresas e organizações

Para 80% dos entrevistados, é perceptível a cooperação de empresas e organizações para ações de desenvolvimento do setor de biogás. Entre os argumentos destes entrevistados, a cooperação para novos empreendimentos e para desenvolvimento de parcerias comerciais foram os mais citados.

Um projeto de biogás é multidisciplinar e as empresas e organizações, no entendimento dos entrevistados, têm cooperado entre si com a finalidade de trazer maior robustez para os projetos de biogás para energia elétrica.

Segundo Strassburg (2016), em estudo sobre o sistema agroindustrial do biogás no Oeste do Paraná, 43% dos entrevistados indicaram que as organizações não atuavam em conjuntos; e 29% dos entrevistados indicaram que havia cooperação com reuniões e informações. Ou seja, uma cooperação bastante limitada. Somente 14% dos entrevistados deste mesmo estudo ressaltaram que percebiam cooperação em projetos e trabalhos.

Tabela 14 – Cooperação entre empresas e organizações

| Categoria | Quantidade de respostas |
|------------------|--------------------------------|
| Percebo | 15 |
| Não percebo | 10 |

Fonte: Dados da pesquisa.

O entrevistado 1 expôs que tem visto mais ações a partir de 2020, especialmente das organizações com atuação no sul do Brasil. Já o entrevistado 9, indicou que a região possui boas parcerias entre empresas e organizações para o desenvolvimento da cadeia do biogás como um todo. O entrevistado 17 complementa que percebe mais frequência, mas no sentido de parcerias para a implementação de projetos.

O entrevistado 7 discorreu que existem muitas barreiras no setor e que é necessário trabalhar para mobilizar mais empresas e organizações do setor de biogás.

Dos entrevistados, menor número indicou não perceber ações cooperadas e indicaram que o ambiente não é favorável à cooperação. A percepção destes é que cooperação entre fornecedores ocorre em sentido de, juntos, entregarem uma solução completa.

Um ponto ressaltado é que isso ocorre por projeto e não é uma estratégia das empresas e organizações para ampliação do mercado, ou ainda, para o crescimento do setor de biogás na região. As cooperações são pontuais e não recorrentes. Nessa perspectiva, empresas cooperam entre si, para executar projetos, porém a cooperação com associações setoriais, cooperativas ou centros de tecnologia não é percebida.

5.2.3 Concentração de mercado

Sobre a recorrência no envolvimento de fornecedores, a percepção dos entrevistados diverge bastante, visto que não foi possível identificar uma percepção clara em relação ao tema. Apesar de o resultado indicar equilíbrio, o indicativo é que existem bons fornecedores no Oeste do Paraná reconhecidos pelos especialistas.

Os discursos dos entrevistados valorizaram que a recorrência ou referência dos fornecedores está vinculada à qualidade de serviço pós-venda. Fornecedores que acompanham os produtores após a venda, instalação ou implantação são mais valorizados pelos entrevistados. Esses fornecedores são divulgados pelos próprios produtores, relatando seu valor para a boa operação. Nesse cenário, porém, revela-se que somente a qualidade do serviço não é suficiente para lhes garantir algum domínio do mercado.

O entrevistado 3 indicou que é possível perceber que alguns fornecedores são mais buscados pelos produtores, especialmente com base em experiência de outros produtores que tiveram sucesso em seus projetos. O entrevistado 9 reforça que existe uma tendência muito grande de empresas específicas desenvolverem este setor.

Já o entrevistado 20, indicou que, a partir de 2020, o mercado melhorou em qualidade, com os interessados em empreender projetos buscando mais informações para escolher fornecedores, com percepção melhor sobre questões de custos de

operação e manutenção, por exemplo. Até então, havia uma tendência muito forte de escolher pelo custo, sem comparar tecnologia e performance.

Um argumento que reforça essa forma de escolher no passado recente, o entrevistado 5, indicando que observa troca de empresas a partir da operação das plantas, ou seja, as empresas responsáveis pela implantação perdem credibilidade a partir do início da operação, levando o produtor de biogás a buscar outros fornecedores.

Tabela 15 – Concentração de mercado

| Categoria | Quantidade de respostas |
|------------------|--------------------------------|
| Percebo | 13 |
| Não percebo | 12 |

Fonte: Dados da pesquisa.

Outra inferência é de que não há um líder ou referência entre as organizações envolvidas com o setor de biogás no que se refere aos negócios com biogás. Entre os argumentos apresentados pelos entrevistados, foi possível identificar que há referência tecnológica na região, mas não a relacionam com negócios, ou ainda, com relação direta com a maioria dos projetos.

Um ponto interessante indicado pelos entrevistados foi que não é observada a recorrência entre fornecedores nos projetos, mas sim muitas trocas de fornecedores ao longo da implantação e operação dos projetos. Ou seja, projetos são implantados por fornecedores que, ao longo da implantação, não mantêm serviço na qualidade esperada, ou nas condições pactuadas inicialmente, e que levam os produtores de biogás a trocarem de fornecedor para operar na qualidade e desempenho desejado.

Quanto ao processo de liderança, é percebida a atuação da Itaipu Binacional e CIBiogas no desenvolvimento e implantação de novos projetos, com arranjos inovadores, especialmente na geração distribuída de energia elétrica. Há, também, a percepção de esforço destas organizações em melhorar a regulação do setor elétrico e ambiental. Porém a atuação destas instituições não está associada ao aumento do número de plantas de biogás na região, ou ainda, é considerado como atuação estimuladora dos negócios com biogás. Não houve relação direta destas organizações

com algum aspecto de liderança ou promoção de empreendimentos de biogás no oeste do Paraná.

5.2.4 Ambiente regulatório

O maior número de entrevistados respondeu que o ambiente regulatório para energia elétrica permite que os negócios aconteçam, porém é necessário que seja endereçado esforço para seu aperfeiçoamento.

O entrevistado 07 indicou que o aspecto-chave da resolução atual, destacando que a resolução de geração de micro e minigeração distribuída (MMGD) não foi feita para vender energia elétrica. Para se conseguir fazer negócios, é necessário construir um arranjo criativo, legal, mas que também gere um fluxo financeiro entre terceiros. Essa vedação exige que, nos projetos cooperativos ou consórcios de energia, sejam celebrados uma série de contratos entre os envolvidos e que não estejam vinculados diretamente à energia elétrica.

O entrevistado 06 indica que a questão regulatória deveria ser mais simplificada, especialmente ao considerar as experiências recentes sobre o tema. Houve evolução no setor. Existem instituições que tem possibilidade e *know-how* para fazer implantar sistemas modernos e mais eficientes. Porém a legislação não avançou no sentido de facilitar, de forma que exista um incentivo maior.

Tabela 16 – Ambiente regulatório

| Categoria | Quantidade de respostas |
|---|--------------------------------|
| Considera não estimulante ao estimula o crescimento do biogás | 2 |
| Considera que os negócios acontecem, porém precisa de aperfeiçoamento | 18 |
| Considera estimulante aos negócios com biogás, sem necessidade de melhoria. | 5 |

Fonte: Dados da pesquisa.

O momento de incerteza sobre mudanças na resolução ANEEL quanto à geração distribuída de energia elétrica impacta a tomada de decisão em projetos no setor. Para muitos dos entrevistados, a percepção é de que, havendo comercialização

direta de energia elétrica pelos produtores para as concessionárias ou comercializadoras de energia, haveria simplificação dos arranjos de negócios com biogás para energia elétrica.

Outra questão que os entrevistados levantaram, em relação à resolução que a interpretação é complexa, permitindo diferentes interpretações. Sobre esse assunto, o entrevistado 16 indicou que, para implementar sua geração com biogás, precisou buscar apoio de diversos técnicos e negociar com os responsáveis da companhia de energia, no sentido de elucidar questões técnicas específicas.

Quanto à regulação do setor elétrico, foi possível perceber que a visão dos entrevistados é de que ela carece de atualização importante para permitir negócios. Atualmente, como o formato é de compensação na energia gerada, é necessário estabelecer um arranjo de contratos muito específicos para conseguir se estabelecer um formato que permita a recuperação do investimento. Este foi o principal ponto indicado sobre o relacionamento entre os envolvidos em projetos de biogás no Oeste do Paraná. Os entrevistados indicaram que a diferença no nível de informação entre os diversos envolvidos é grande. Produzir diversos contratos em um ambiente de assimetria de informações acaba por limitar bastante o número de projetos possíveis. Os projetos envolvendo parcerias, especialmente cooperativas de energia, foram citados com alternativas rentáveis previstas na regulação vigente.

O ambiente institucional da geração de energia elétrica com biogás precisa de aprimoramento para que o relacionamento entre os envolvidos possa ser simplificado e os custos de transação, reduzidos. A assimetria de informação entre os envolvidos gera ambiente propício para o comportamento oportunista, prejudicial aos resultados a médio e longo prazo, visto que tal cenário tende a reduzir conforme os projetos operam.

5.2.5 Interação das organizações com a matriz institucional

Em relação ao movimento das organizações para atualização da legislação do setor elétrico, a maioria dos entrevistados indicou perceber articulação das organizações no sentido de valorizar os atributos do biogás para geração de energia

elétrica. Além disso, sinalizaram que a regulação deve avançar, no sentido de valorizar a fonte.

O entrevistado 17 indicou que percebe ações do CIBIOGAS, ABIOGAS e associações de energia solar com atuação para melhorar a legislação para o setor elétrico de geração distribuída. O entrevistado 07 reforçou que percebe que há uma iniciativa das principais associações do Brasil relacionado a isso. Nesse sentido, o entrevistado 9 também discorre que tem havido uma movimentação muito forte nos últimos tempos para essas mudanças regulatórias.

Uma argumentação recorrente entre os entrevistados é de que existe um movimento de diversas outras associações, ligadas a outras fontes de energia, em especial a fotovoltaica. O setor de solar é mais forte e organizado que o de biogás, sendo que este setor acaba por fazer um trabalho muito mais intenso e efetivo para a atualização da matriz institucional, transbordando resultados para o setor de biogás.

O avanço percebido na regulamentação da geração distribuída de energia elétrica gera impactos mais positivos para os setores melhor representados, como o solar. Um argumento apresentado pelos entrevistados, em relação a este tema, indica que é importante para o setor, e existe um movimento para a diferenciação das fontes, de forma a valorizar os atributos que o biogás possui e que não está presente em outras fontes. O entrevistado 13 reforçou a necessidade de diferenciação entre as fontes, pois os projetos de energia elétrica com biogás e com sistema fotovoltaico são completamente diferentes e, por isso, demandam esforços distintos e geram resultados diferenciados.

Tabela 17 – Movimento das organizações para atualização da matriz institucional

| Categoria | Quantidade de respostas |
|------------------|--------------------------------|
| Percebo | 19 |
| Não percebo | 6 |

Fonte: Dados da pesquisa.

Entre os argumentos apresentados pelos entrevistados para indicar que não percebe o movimento das organizações, ressalta-se a falta de cooperação entre as organizações do setor elétrico e ambiental no sentido de construir uma agenda

integrada para a modernização da regulação. Sobre este assunto, o entrevistado 4 indicou que falta uma articulação mais forte entre as instituições, no sentido de estabelecer uma agenda comum, pois a operação ocorre de forma isolada, sem cooperação.

5.2.6 Incerteza entre os envolvidos

Sobre o conhecimento dos envolvidos em projetos de biogás para energia elétrica, todos os entrevistados indicaram argumentos relacionados à categoria de que poucos deles têm o conhecimento adequado sobre os projetos.

Somente um dos entrevistados indicou que, em seu entendimento, não há um problema de conhecimento entre os envolvidos. Porém, para a maioria dos entrevistados, somente alguns envolvidos têm o conhecimento adequado para a implementação dos projetos.

A argumentação do entrevistado 5 mostra que possivelmente o que falta não é conhecimento, mas sim clareza, tendo em vista sua indicação de que deve ser melhorada a transparência em relação ao discurso com os produtores. Pois não há explicação clara sobre os riscos e os fatores que impactam a produção de biogás e, conseqüentemente, a geração de energia elétrica. Essa argumentação foi recorrente entre os entrevistados e indica um comportamento oportunista por parte de fornecedores no sentido de apresentar os resultados esperados para a planta com base em um cenário ótimo e sem intercorrências.

Tabela 18 – Conhecimento entre os envolvidos

| Categoria | Quantidade de respostas |
|---|--------------------------------|
| Todos os envolvidos têm o conhecimento adequado | 2 |
| Poucos dos envolvidos tem o conhecimento adequado | 23 |

Fonte: Dados da pesquisa.

Em contraponto, o entrevistado 09 reforça que o biogás é simples. Envolve parte elétrica, mecânica, civil biológica e mais a parte de negócios, de difícil domínio.

Desta forma, em alguns casos, a falta de conhecimentos entre parte destes itens pode levar a uma argumentação que não leva em conta aspectos que fogem ao domínio de determinado fornecedor, por exemplo.

Outra argumentação importante apresentada pelos entrevistados está vinculada ao fato de que poucos dos produtores em projetos de biogás com terceiros (parcerias, consórcios, cooperativas) sabem explicar suas responsabilidades ou como são remunerados dentro do arranjo. O entendimento dos deveres e responsabilidades acaba por se realizar de forma clara, somente após início das operações.

O entrevistado 11 indicou que um aspecto importante é que, nos projetos de energia elétrica com biogás, é importante que um dos fornecedores lidere o relacionamento com produtor, concentrando responsabilidade. Isso se deve ao fato de que, quando a responsabilidade de fazer integração dos fornecedores fica com o produtor de biogás, a dificuldade é muito grande.

Já os responsáveis por gerenciar os créditos de energia esperam somente a energia elétrica, sem compreender a complexidade relacionada ao gerenciamento dos dejetos, produção de biogás, manutenção de equipamentos, vazão sanitário, entre outras peculiaridades que afetam os projetos de biogás.

5.2.7 Cooperativas e consórcios em empreendimentos de biogás para energia elétrica

Apesar da assimetria de informação indicada no item anterior, a maioria dos entrevistados apresentou argumentos positivos quanto aos negócios com biogás. Ou seja, mesmo que exista pouco conhecimento entre os envolvidos, o impacto dos projetos é positivo. Em especial, em projetos de cooperativas e consórcios de energia, possivelmente porque, neste caso, são mais envolvidos atuando para que o projeto entregue resultados.

O entrevistado 3 indica que os negócios hoje estão baseados no sistema de compensação, como locação de usina e locação de equipamentos. Existem vários dessa maneira. Os projetos de consórcios e cooperativas são menos comuns por conta da burocracia envolvida. A incidência de impostos é alta (30%) e impacta bastante o resultado dos projetos.

Vinculada a essa questão, um dos argumentos apresentados por entrevistados indica que se os negócios com cooperativas e consórcios fosse simplificado, teríamos mais projetos desta natureza em operação. Como são raros os casos onde a oferta de energia elétrica em uma propriedade rural é igual ou menor que a demanda, é comum haver excedente de energia elétrica. Neste caso, os arranjos com terceiros são positivos para ampliar receitas e reduzir riscos de implantação e operação dos produtores.

Tabela 19 – Consórcios e Cooperativas de Energia

| Categoria | Quantidade de respostas |
|--------------------|--------------------------------|
| Considera positivo | 24 |
| Considera negativo | 1 |

Fonte: Dados da pesquisa.

Somente um dos entrevistados indicou como negativo, porém sua argumentação aponta para as incertezas tecnológicas e regulatórias para que os negócios sejam estabelecidos com segurança. Mesmo os entrevistados que indicaram como positivo, apresentaram entre suas argumentações a importância em simplificar para que sejam ampliados os resultados e replicado com maior intensidade.

5.2.8 Relacionamento entre envolvidos em cooperativas e consórcios

Sobre o relacionamento entre os envolvidos nos consórcios ou cooperativas de energia, o entendimento é de que o nível de informação entre os envolvidos é bastante diverso. Para 14 dos 25 entrevistados, o nível de incerteza entre os envolvidos é alto, o que está vinculado à percepção dos entrevistados no item 5.2.6, pois, se há incerteza, é porque todos os envolvidos não possuem o mesmo nível de conhecimento sobre o tema.

Entre os argumentos recorrentes entre os entrevistados, é ressaltada a complexidade dos projetos de biogás para energia elétrica. Esse aspecto reforça a dúvida sobre o comportamento oportunista, pois de fato, se cada um dos envolvidos

domina somente parte do conhecimento para implantar um projeto, ele não tem condições de apresentar todos os aspectos relacionados ao negócio.

Todos os processos vinculados à produção do biogás e geração de energia elétrica em performance esperada pelos envolvidos exige conhecimento em diversos assuntos.

Tabela 20 - Relacionamento em Consórcios e Cooperativas de Energia

| Categoria | Quantidade de respostas |
|--|--------------------------------|
| Considera adequado, com baixo nível de incerteza entre os envolvidos | 11 |
| Considera inadequado, com nível de incerteza alto entre os envolvidos. | 14 |

Fonte: Dados da pesquisa.

Um argumento recorrente entre os entrevistados foi o de que o alto nível de incerteza está relacionado à falta de padronização de projetos. Como há complexidade, a padronização é entendida como uma alternativa para reduzir incerteza e evitar o comportamento oportunista de determinados envolvidos que encontram ambiente para este comportamento em razão da citada complexidade e assimetria de informação.

Um dos entrevistados indicou como baixo nível de incerteza, argumentando que esta questão é vinculada à escolha adequada de parceiros para concretizar os projetos. O entendimento a partir dessa argumentação é de que existem organizações que estão operando em formato de equalização de informação entre os envolvidos e que, nestes casos, o nível de informação é suficiente para eliminar a incerteza. Este entendimento sugere, portanto, que há forma de fazer, porém não é padrão entres organizações e, conseqüentemente, não é percebida na maioria dos projetos em operação.

Quanto ao relacionamento entre os envolvidos, nota-se que a assimetria de informação é bastante grande. Os produtores envolvidos em consórcios e cooperativas de energia desconhecem a regulamentação do setor elétrico e acabam por não conhecer todos os riscos envolvidos em participar de arranjos desta natureza. A falta de performance nas unidades é um problema grave, pois os investidores se comprometeram em realizar a compensação de certa quantidade de energia em

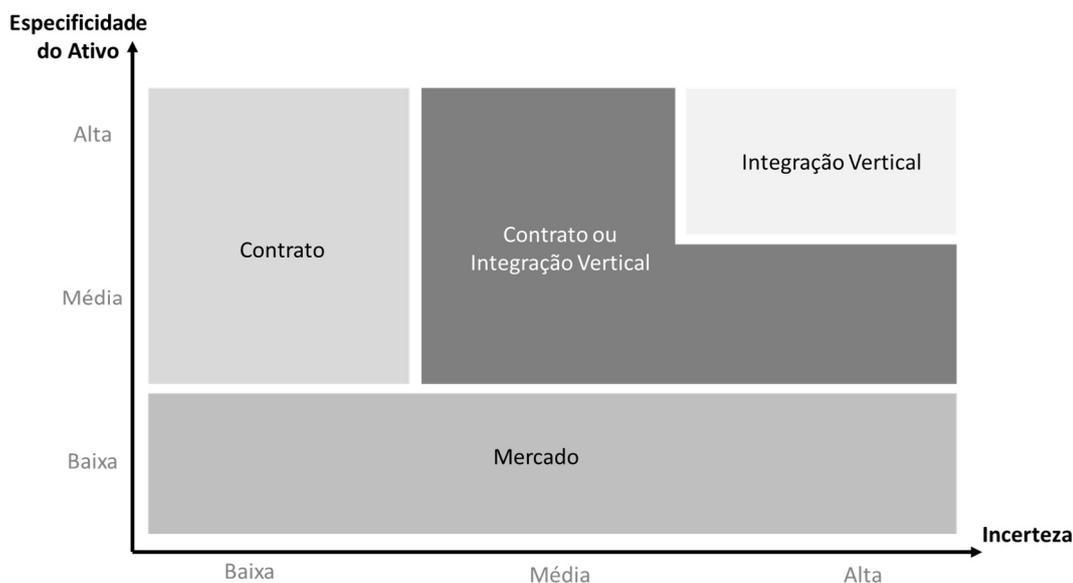
determinadas unidades consumidoras. Quando há uso de sanitizantes nas granjas, vazios sanitários, algum dano no biodigestor ou sistema de segurança que o faça desperdiçar biogás, a produção de energia elétrica é comprometida. Se a geração é menor, menos é injetado na rede e menor quantidade de energia fica disponível para compensação. O prejuízo ao investidor que, neste caso, precisa comprar energia para honrar seu contrato de compensação, não é percebido pelo produtor rural parceiro.

Considera-se, portanto, que o ambiente para projetos de biogás para energia elétrica possui alto grau de incertezas (Consegurei produzir o biogás na qualidade e quantidade necessária? Consegurei operar todos os dias que preciso? O grupo gerador desempenhará conforme esperado? Consegurei a rentabilidade esperada?). Além disso, destaca-se a alta especificidade do ativo biogás e energia (capacitação técnica, recursos humanos, recursos que demandam conjunto de técnicas, tecnologias e competências operacionais. Nesse sentido, o processo de integração vertical se apresenta como o mais adequado para que os negócios com biogás para energia elétrica avancem no oeste do Paraná.

Os entrevistados reforçaram questões ligadas à especificidade do ativo biogás para energia elétrica. O produtor rural precisa manejar o dejetado adequadamente, alimentar o biodigestor adequadamente, implantar o biodigestor corretamente, manter os sistemas de segurança funcionando, tratar o biogás para remover o gás sulfídrico, manter manutenção do grupo gerador e somente aí consegue gerar a energia elétrica e, se a condição de rede permitir, consegue injetar energia na rede de distribuição. E ainda precisa negociar com terceiros para realizar a compensação da energia elétrica excedente. Sem qualquer acompanhamento técnico. Todo este esforço deve ocorrer de forma concomitante a gestão do plantel e demais atividades da propriedade.

Um ponto relevante apresentado pela maioria dos entrevistados foi a importância do envolvimento das cooperativas do agronegócio para que os negócios com biogás e energia elétrica ocorram de forma acelerada. O biogás é reconhecido com um ativo bastante específico e o nível de incerteza é alto. A figura 17, a seguir, apresenta o alinhamento de contratos em relação à especificidade do ativo e o nível de incerteza.

Figura 17 - Alinhamento dos Contratos



Fonte: Adaptado de Bricley, Smith & Zimmerman (1997)

Para ZYLBERSZTAJN (2015), é a especificidade dos ativos que melhor permite determinar a escolha organizacional eficiente, isto é, aquela que minimiza os custos de transação. No caso dos projetos de biogás para geração de energia elétrica, a integração vertical se apresenta como principal alternativa para os avanços de projetos desta natureza. Nestes casos, a integração vertical é o formato de contrato que atende melhor, como destacado na figura 17. A integração vertical se mostra como a principal alternativa para organização do processo de produção de biogás e seu aproveitamento energético.

5.2.9 Cooperativas e integradoras do agronegócio

Para todos os entrevistados, o envolvimento das cooperativas e integradoras do agronegócio seria positivo para o crescimento do número de projetos de biogás para energia elétrica e, conseqüentemente, para o crescimento do mercado de biogás.

Dentre os principais argumentos apresentados pelos entrevistados, destaca-se o processo de integração produtiva. As cooperativas e empresas integradoras do agronegócio possuem grande capacidade de mobilização de recursos e produtores

em empreender processos estruturados e organizados por sua estrutura e assistência técnica.

O entendimento é que este aspecto se vincula à questão anterior, em que a questão de assimetria de informação e especificidade do ativo, aliados a um ambiente de incertezas, demandam que seja estabelecido um processo organizado e liderado por agente de relevância para o setor.

Tabela 21 - Respostas para a Pergunta 12

| Categoria | Quantidade de respostas |
|--|--------------------------------|
| Considera que o envolvimento das cooperativas seria positivo para o crescimento do mercado de biogás | 25 |
| Considera que o envolvimento das cooperativas não teria efeito significativo para o crescimento do mercado de biogás | 0 |

Fonte: Dados da pesquisa.

O entrevistado 1 indica que, com o envolvimento destes atores, passa-se a incorporar também a questão do tratamento de resíduos, destinação de carcaças e redução de emissões, o que amplia a garantia de que o negócio será rentável porque já existe uma relação de alta permeabilidade das práticas do integrador com os integrados.

Há ainda, para diversos dos entrevistados, a argumentação de que as cooperativas deveriam tratar a questão de gestão de dejetos e aproveitamento energético como uma condição para manter a integração com os produtores. O entendimento é de que, havendo esse requisito para manter-se vinculado, os produtores se sentiriam pressionados em implantar projetos de biogás para energia elétrica.

Neste sentido, as cooperativas e integradoras do agronegócio poderiam aplicar sua larga experiência em integração produtiva para a geração de elétrica com biogás no oeste do Paraná? O indicativo é que sim, considerando a ampliar a segurança aos produtores e suas capacidades de influenciar as regras de jogo em benefício desta cadeia produtiva. Ao envolver-se de forma efetiva, ou seja, realizando o papel de integração, permitiria o estabelecimento de padrão de projetos de biogás para o setor,

atendendo seus requisitos. Estabeleceria rede de assistência técnica, minimizando riscos vinculados à especificidade deste ativo.

O entrevistado 8 argumenta que nas cooperativas existe uma soma de elementos favoráveis, como experiência, competências, diversidade de possibilidades e potencial de associados, bem como encontra grande capacidade de investimento, possibilitando contratação mais eficiente de especialistas e, conseqüentemente, projetos melhores e riscos menores.

As cooperativas liderariam o processo e se serviriam dos resultados de forma estratégica, visto que se teriam gestão dos diversos resultados vinculados, como redução de emissões de gases do efeito estufa, qualidade de energia, descarbonização e segurança energética.

As experiências ruins do passado, porém, foram relatadas como entraves para novos investimentos das cooperativas e integradoras por diversos dos entrevistados. Este fato está vinculado ao conceito de *path dependence*, em que as experiências ruins do passado geram resistência às mudanças. As experiências ruins em outras propriedades ou cooperativas/ integradoras impactam negativamente a imagem do biogás, prejudicando a disseminação do tema e investimento em novos projetos.

Conceição (2002) lista como principais aspectos da *path dependence*: o fato de ser um fenômeno pelo qual a história é importante; o que ocorreu no passado persiste devido à resistência à mudança; a resistência à mudança pode ser baseada nas implicações financeiras ou porque os formuladores de políticas estão tomando decisões cautelosas ou desinformadas; as indústrias seguem a teoria quando os conceitos ou padrões iniciais são adotados e mantidos, mesmo que haja uma alternativa melhor.

Um bom exemplo de experiência ruim do passado no tema biogás se refere aos projetos vinculados ao Mecanismo de Desenvolvimento Limpo – MDL. Os projetos de MDL, implantados a partir de 2005, consideravam plantas de biogás para queima em *flare* e seu registro para comercialização de créditos de carbono. Os produtores atuavam como parceiros de empresas de crédito de carbono, que implantavam os biodigestores e faziam manutenção. Os produtores estabeleciam contratos de participação nos resultados da comercialização dos créditos. Somente as empresas de créditos dominavam tecnicamente os processos e forneciam assistência aos produtores. Mariani *et al* (2019) relata que, em 2005, eram 1856 propriedades de suinocultura com biogás cadastradas no Brasil e, em 2014,

analisando imagens de satélite, somente 333 biodigestores ainda estavam operando. Ou seja, uma experiência negativa para mais de 80% dos envolvidos e seus integradores.

Este aspecto do histórico negativo sugere que um esforço deve ser endereçado ao desafio de esclarecer aos tomadores de decisão que, mesmo com as experiências ruins do passado, existem experiências recentes positivas e que as cooperativas e integradoras podem se beneficiar da ampla aplicação do biogás para energia elétrica em seus produtores integrados.

6 CONCLUSÃO

O Oeste do Paraná é reconhecido nacionalmente e internacionalmente por seus projetos inovadores em biogás. O biogás, desde 2008, se consolidou tecnicamente em experiências desta região, havendo poucos outros projetos em outras regiões do país.

Para o agronegócio, alguns projetos importantes foram desenvolvidos em Santa Catarina. Porém geração distribuída com biogás, condomínios de agroenergia, produção de biometano, microrredes de energia elétrica, entre outros desenvolvimentos, ocorrem nesta região do País e se espalham para o resto do país. Este reconhecimento se deve ao envolvimento e investimento de importantes organizações regionais.

Este desenvolvimento técnico e tecnológico não tem sido acompanhado pelo desenvolvimento de modelos de negócios e estratégias de mercado que motivem o crescimento ordenado do setor. Percebe-se um crescimento desordenado e não sistemático. Não se nota um modelo padrão de projetos, de modelos de negócios e de estratégias de mercado que ampliem a segurança dos envolvidos em empreender novos projetos.

Uma estratégia regional com uma liderança definida permitiria um grande crescimento do setor de biogás, da ampliação da qualidade ambiental da região, da diversificação de renda dos produtores de proteína animal, da ampliação da segurança energética e, conseqüentemente, do aumento da competitividade regional.

Neste aspecto, um dos resultados desta tese, ao identificar o quanto o processo de integração vertical impactaria positivamente a disseminação de projetos de biogás para energia elétrica em produtores integrados, é trazer à superfície que ações coordenadas por cooperativas e integradoras poderiam ser geradoras de relevante desenvolvimento na região.

A análise dos arranjos de geração de energia elétrica com biogás sob a ótica da Nova Economia Institucional (NEI) se apresentou eficiente no sentido de esclarecer os aspectos institucionais, tecnológicos e organizacionais que impactam diretamente o desenvolvimento do biogás na região oeste do Paraná.

Ao avaliar o ambiente institucional, foi possível identificar a complexidade de se empreender projetos de biogás para energia elétrica, que as regras do jogo ainda são pouco claras em relação às possibilidades e alternativas.

O comportamento oportunista, em razão da assimetria de informação, pode ser gerador de frustração entre os investidores em projetos desta natureza. Os agentes do setor devem buscar estratégias de integração vertical para minimizar este comportamento. Entre as entrevistas, foi indicado como positivo quando um dos agentes toma a liderança e age articulando e integrando outros fornecedores. Desta forma, a assimetria de informação, como uma barreira para o empreendimento de novos projetos de biogás para energia elétrica.

Ao considerarmos que a abordagem da Nova Economia Institucional está orientada pela adoção da melhor solução possível entre as diversas alternativas viáveis, e que é partir dessa busca que se adotam os mecanismos de coordenação, o entendimento é de que há uma reação das organizações no sentido de dar valor às instituições.

A mudança constante nas regras do jogo sugere que, a partir do maior número de empreendimentos há um maior número de envolvidos e conforme se amplia a representatividade do biogás como energético, maior o interesse de agentes setoriais se envolverem e influenciarem os negócios deste natureza, considerando manter ou melhorar sua posição. O ponto é que, como não há grande envolvimento do setor produtivo, não há sua influência para ajustar os mecanismos de coordenação.

A questão regulatória não se apresentou como uma barreira para o desenvolvimento do setor, embora a incerteza sobre mudanças regulatórias se apresente como um ponto de preocupação, o ambiente é considerado favorável para os projetos de biogás. Atualização regulatório que fortalece atributos do biogás, como a despachabilidade, são vistos como positivos e impulsionadores para o setor. Porém, o entendimento é de que só ocorrerão a partir de esforço específico das organizações do setor de biogás.

A integração das organizações do setor, especialmente associações e institutos de pesquisa, apresentou-se como urgente para que o setor estabeleça agenda comum no biogás, buscando a diferenciação do biogás das outras fontes no que se refere à geração de energia elétrica de alto valor regional. Desta forma, pode-se compreender como barreira para o crescimento do setor, a falta de cooperação entre as organizações deste setor em busca de um interesse comum de valorização da fonte.

No caso de envolvimento das cooperativas e integradoras em um processo de integração vertical, seu envolvimento levará à reorganização dos mecanismos de

coordenação, influenciando de maneira favorável a cadeia do agronegócio e ampliando de forma positiva os empreendimentos de geração de energia elétrica do setor. As cooperativas de energia podem se apresentar como potencial integrador entre cooperativas e integradoras, porém é necessário empreender estudo específico sobre formas de cooperação.

Em termos de tecnologias, o biogás e sua aplicação para geração de energia elétrica, o oeste do Paraná está bem atendido. A região é reconhecida pelo desenvolvimento de tecnologias, arranjos tecnológicos e modelos de negócios para biogás, exemplos como a geração distribuída de energia elétrica, microrredes, condomínio de agroenergia e centrais de bioenergia foram desenvolvidas na região e são reconhecidas tanto a nível nacional, como mundial. Desta forma, a questão tecnológica não é uma barreira para o crescimento do biogás para geração de energia elétrica na região.

Os gestores das cooperativas e integradores poderiam liderar de forma eficiente e transbordar resultados dessa abordagem de geração de energia elétrica com biogás em seus negócios tradicionais. Para Zylbersztajn (2015), o sucesso desses gestores de negócios rurais virá da habilidade de gerar retorno financeiro ao mesmo tempo em que se preserva a qualidade dos recursos da fazenda e minimiza perdas do meio ambiente a sua volta.

A geração de energia com biogás ocorre de forma desorganizada, sem liderança, sem padrão técnico definido e sob ambiente de incerteza. A integração vertical se apresenta como forma de coordenação mais adequada, pois impactaria de forma positiva na redução dos custos de transação, ampliando sua eficiência e gerando impactos positivos para os negócios tradicionais, como a suinocultura, avicultura e bovinocultura de leite.

Considera-se, portanto, como importante contribuição desta tese, o fato de que não se limitou ao esclarecimento de como se estabelecem os arranjos para geração de energia elétrica com biogás no oeste do Paraná, mas trouxe à superfície uma sugestão de abordagem territorial do tema a partir de ampliação do envolvimento de cooperativas e integradoras do agronegócio.

Ficou esclarecido, ao se abordar o tema a partir da ótica da nova economia institucional, que esta ação seria positiva em reduzir custos de transação, respeitando a questão de *path dependence*, e se fortalecendo do poder destas cooperativas e integradoras em influenciar positivamente os mecanismos de coordenação.

O esforço com as cooperativas e integradoras deve ser orientado, inicialmente, para o esclarecimento das causas de insucesso em projetos do passado e esclarecimento as causas foram identificadas e soluções estabelecidas. Os projetos mais recentes, com maior aporte tecnológico, devem ser utilizados como forma de apresentar uma nova experiência para os gestores destas organizações.

A partir das novas experiências positivas com biogás, as cooperativas e integradoras devem estabelecer projetos estruturados de biogás com seus integrados, de forma a gerar importante impacto ambiental e econômico positivos. Os movimentos realizados pelas cooperativas de energia pode ser um bom *benchmark* para as cooperativas e integradoras do agronegócio.

O que se pode esperar do oeste do Paraná, a partir do sucesso na integração produtiva da geração de energia elétrica com biogás, é a ampliação de serviços ambientais na região, com impacto positivo na qualidade ambiental e ampliação da segurança energética, que favorece a competitividade regional.

REFERÊNCIAS

PARANÁ. **Relatório Anual**: Gerência de Saúde Animal. Paraná: ADAPAR, 2018.

ALBUQUERQUE AUGUSTO, C.; SOUZA, J. P.; FERRAZ CARIO, S. A. Nova Economia Institucional: Vertentes Complementares. **Revista Ibero Americana de Estratégia**, São Paulo, ano 2014, v. 13, n. 1, p. 93-108, 27 jan. 2014. Disponível em: <<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=331231566007>>. Acesso em: 5 out. 2021.

ANEEL. **Banco de Informações da Geração (BIG)**: Empreendimentos em Operação, Empreendimentos em Construção e Empreendimentos com Construção Não Iniciada. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/ResumoEstadual/CapacidadeEstado.cfm>. 2019>. Acesso em 20 out. 2021.

ARGYRES, N. S.; ZENGER, T. R. Capabilities, transaction costs, and firm boundaries. **Organization Science**, v. 23, n. 6, p. 1643-1657, 2012.

ARTHUR, W. B. Competing technologies, increasing returns, and lock-in by historical events. **The economic journal**, v. 99, n. 394, p. 116-131, 1989.

AUGUSTO, C. A.; SOUZA, J. P.; CARIO, S. A. F. **Nova economia institucional**: vertentes complementares. *Revista Ibero Americana de Estratégia*, v. 13, n. 1, p. 93-108, 2014.

BEGNIS, H. S. M.; ESTIVALETE, V. F. B.; PEDROZO, E. A. Confiança, comportamento oportunista e quebra de contratos na cadeia produtiva do fumo no sul do Brasil. **Gestão & Produção**, v. 14, p. 311-322, 2007.

BEZERRA, A.E.F.; SALES, L.B., A.M; MOREIRA, C.S. Atributos de Transação e Pressupostos Comportamentais à Luz da Teoria do Custo de Transação Econômica: Estudo Multicaso no segmento salineiro do estado do Rio Grande do Norte. **REAd**. Revista Eletrônica de Administração. Porto Alegre, v. 14, n. 02. mai-ago 2020.

BIASI, C. A. F. **Energias renováveis na área rural da região sul do Brasil**. Foz do Iguaçu: Itaipu Binacional, 2018. 202 p.:il.

BLEY Jr., C. **Biogás**: a energia invisível. São Paulo: Planeta Sustentável, 2014.
PINHEIRO, B. C. et al. **As energias renováveis no cooperativismo**: oportunidades do biogás. Brasil: OCB, CIBiogas, DGRV, 2020.

REIS, L. Biogás no Brasil: história e perspectiva de futuro. **Cibiogas**, Rio de Janeiro, 22 jan. 2020. Disponível em: <<https://cibiogas.org/blog-post/biogas-no-brasil-historia-e-perspectiva-de-futuro/>> Acesso em 02 nov. 2021.

CIBIOGÁS. **Aplicações do Biogás para Geração de Energia Elétrica**. Brasil: GEF Biogas, 2020.

CIBIOGÁS. **Relatório do grupo ad hoc de biocombustíveis do Mercosul (GAHB) sobre biogás e biometano**. Foz do Iguaçu, 2016.

COASE, Ronald H. Law and Economics in Chicago. **Journal of Law and Economics**, v. 36, n. 1, pp. 239- 54, 1993.

COASE, R. H. The Nature of the Firm. **Econômica**, n.4, nov. 1937.

COPEL. **Relatório Anual de Sustentabilidade**. Curitiba, Companhia Paranaense de Energia, 2017. Disponível em: < https://copelsustentabilidade.com/wp-content/uploads/2021/04/Relato_Integrado_Copel_2017.pdf> Acesso em 02 nov. 2021.

CONCEIÇÃO, O. A. C. O conceito de instituição nas modernas abordagens institucionalistas. **Revista de economia contemporânea**. Rio de Janeiro, v. 6, n. 2, jul. - dez. 2002, p. 119-146.

DAVID, R. J.; HAN, S. A systematic assessment of the empirical support for transaction cost economics. **Strategic management journal**, v. 25, n. 1, p. 39-58, 2004.

DEQUECH, D. Bounded rationality, institutions, and uncertainty. **Journal of Economic Issues**, v. 35, n. 4, 2001.

DOSI, G. Technological paradigms and technological trajectories. A suggested interpretation of the determinants and directions of technical change. **Research Policy**, v. 11, n. 3, p. 147-162, 1982.

DOWNEY, A. B. Think Bayes. **O'Reilly Media, Inc.**, 2021.

ENERDIMBO. **Geração – Esquema de Geração de Energia Elétrica**. Disponível em: <<https://enerdinbo.com.br/>>. Acesso em 02 nov. 2021.

EPE. Empresa de Pesquisa Energética. **Análise Energética e Dados Agregados**. Rio de Janeiro, 2016.

EPE. Empresa de Pesquisa Energética. **Balanco Energético Nacional 2021**. Rio de Janeiro, 2021.

FAOSTAT, F. AND A. O. OF THE U. N. S. D. Agricultural market information system (AMIS) and Global Livestock Production and Health Atlas (GLiPHA). Disponível em: <https://www.fao.org/faostat/en/#home>> Acesso em 04 nov. 2020.

FARINA, E. M. M. Q. **Competitividade e coordenação de sistemas agroindustriais: um ensaio conceitual**. *Gestão & Produção*, v. 6, n. 3, p. 147–161, 1999.

FAVARETO, A. A abordagem territorial do desenvolvimento rural: mudança institucional ou “inovação por adição”? **Estudos Avançados**, v. 24, n. 68, p. 299–319, 2010.

FIEP. Federação das Indústrias do Estado do Paraná. **Oportunidade da cadeia produtiva de biogás para o estado do Paraná**. Curitiba: SENAI, 2019.

FREITAS, F. F.; DE SOUZA, S.S.; OTTO, L.R.A.; ALESSIO, F. J.; DE SOUZA, S.N. M. The Brazilian Market of Distributed Biogas Generation: Overview, technological development and case study. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, [S. l.], ano 2019, n. 101, p. 146-157, 4 nov. 2018. Disponível em: <<http://elsevier.com/locate/rser>>. Acesso em: 20 set. 2021.

FUCK, M.; BONACELLI, M. B. A abordagem neo-shumpeteriana do processo de coevolução tecnológica e institucional. **Economia & Tecnologia**, [S. l.], 2009, v. 19, n. 5, p. 109-120, 30 set. 2009. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/ret/article/view/27110/18049>>. Acesso em: 11 out. 2021.

FURLANETTO, E.; ZAWISLAK, P. Coordenação pela cadeia produtiva: uma alternativa ao mercado e à hierarquia. In: Encontro nacional da Associação Nacional dos Programas de Pós-graduação em Administração, 24., Florianópolis. **Anais**. Florianópolis: ANPAD, 2000.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4 ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GOMES, M. A. S.; SOARES, B. R. Reflexões sobre qualidade ambiental urbana. **Estudos Geográficos**, Rio Claro, v. 2, n. 2, 21-30, jul-dez 2004. Disponível em: <www.rc.unesp.br/igce/grad/geografia/revista.htm>. Acesso em: 20 out. 2021.

GREENER, I. Theorising path-dependency: how does history come to matter in organizations? **Management Decision**, 2002.

GREIF, A.; KINGSTON, G. Institutions: Rules or Equilibria? In: Schofield N., Caballero G. (orgs.). **Political Economy of Institutions, Democracy and Voting**. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2011.

HAWKINS, T. G.; WITTMANN, C. M.; BEYERLEIN, M. M. Antecedents and consequences of opportunism in buyer-supplier relations: Research synthesis and new frontiers. **Industrial Marketing Management**, v. 37, n. 8, p. 895-909, 2008.

IEA. **Country Reports Summaries 2019**. IEA Bioenergy: Task 37: 2019.

IEA. Integrated Biogas Systems. **Local applications of anaerobic digestion towards integrated sustainable solutions**. IEA Bioenergy: Task 37:2018:5.

IPARDES. **Banco de Dados do Estado - BDWEB**. Disponível em: <<http://www.ipardes.gov.br/>>. Acesso em 1 jun. 2019.

IPARDES. **Perfil da Oeste Paranaense**. Disponível em: <http://www.ipardes.gov.br/perfil_municipal/MontaPerfil.php?codlocal=706&btOk=ok>. Acesso em 04 nov. 2021.

JOHN, G. An empirical investigation of some antecedents of opportunism in a marketing channel. **Journal of marketing Research**, v. 21, n. 3, p. 278-289, 1984.

JOHNSON, C. **Governing change: from Keating to Howard**. Curtin University of Technology, 2007.

JONES, B. D. Bounded rationality. **Annual review of political science**, v. 2, n. 1, p. 297-321, 1999.

LOMBARDO, M. A. **Ilha de Calor nas Metr6poles**: o exemplo de S6o Paulo. S6o Paulo: Hucitec, 1985. 244p.

LUNDVALL, B. A. **National Systems of Innovation**: Toward a Theory of Innovation and Interactive Learning. Anthem Press, 2010.

MACHADO, L. M. C. P. Qualidade Ambiental: indicadores quantitativos e perceptivos. In: MARTOS, H. L. e MAIA, N. B. **Indicadores Ambientais**. Sorocaba: Bandeirante Ind. Gr6fica S.A, 1997, p. 15-21.

MAHONEY, J. T. **Information rules**: A strategic guide to the network economy. 2000.

MAPA. **Censo Agro 2017**: Resultados Preliminares. Dispon6vel em <<https://censos.ibge.gov.br/agro/2017/>>. Acesso em 1 de jun. 2019.

MARIANI, L. et al. O que ocorreu com os projetos de mecanismo de desenvolvimento limpo da suinocultura no Brasil. In: VI Simp6sio Internacional sobre Gerenciamento de Res6duos Agropecu6rios e Agroindustriais. **Anais**. Florian6polis: Sigera, 2019.

MARQUES, F.; BARICCATTI, R. A.; FRARE, L. M.; et al. Analysis of the socio-economic feasibility of the implementation of an agro-energy condominium in western Paran6 – Brazil. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 75, n. October, p. 601–608, 2017. Dispon6vel em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2016.11.029>>. Acesso em 04 nov. 2021.

MAZZETO, F. A. P. Qualidade de vida, qualidade ambiental e meio ambiente urbano: breve compara76o de conceitos. In: **Sociedade e Natureza**. Uberl6ndia, EDUFU, Ano 12, n. 24, jul-dez 2000, p. 21-31. Dispon6vel em: <https://seer.ufu.br/index.php/sociedadennatureza/article/view/28533/pdf_125>. Acesso em 05 nov. 2021;

MCKENDRY, P. Energy production from biomass (part 1): overview of biomass. **Bioresource Technology**, v. 83, n. 1, p. 37-46, 2002.

MINIST6RIO DE MINAS E ENERGIA. Energy in South America Year of Reference: 2015. Bras6lia, MME 2016.

MORITZ, G.O. **Processo decis6rio**. 3 ed. Florian6polis: Departamento de Ci6ncias da Administra76o UFSC, 2015. 158p.

NA76OES UNIDAS (Brasil). ONUDI. Projeto GEF Biogas Brasil. In: **Projeto GEF Biogas Brasil**. [S. l.], 4 jan. 2021. Dispon6vel em: <<https://www.gefbiogas.org.br/>>. Acesso em 4 out. 2021.

NERY, E. **Mercados e Regula76o de Energia El6trica**. Rio de Janeiro: Interci6ncia, 2012.

NORTH, D. C. **Institutions, Institutional Change and Economic Performance**. 1990.

NORTH, D. C. Institutions. **The Journal of Economic Perspectives**, v. 5, n. 1, p. 97-112, 1991.

NUCCI, J. C. Qualidade Ambiental e adensamento urbano. In: **Portuguese, Environmental quality and urban growth**. São Paulo: Editora Fapesp, 2001.

PEREIRA, E.F.; TEIXEIRA, C.S., SANTOS, A. Qualidade de vida: abordagens, conceitos e avaliação. **Revista Brasileira de Educação Física e Esporte**, São Paulo, v.26, n.2, p.241-50, abr-jun. 2012.

PEREIRA, M. R.; WANDER, A. E. Custos de transação e canais de comercialização da produção do assentamento Olga Benário (Ipameri-GO). **Revista de Economia da UEG**, v. 15, n. 2, jul-dez. 2019.

POD. Desenvolvimento Energético do Território Oeste do Paraná - 2016 a 2026. 2017.

PONDÉ, J. L. Instituições e Mudança Institucional: Uma abordagem Schumpeteriana. 2005. **Revista Economia**. Disponível em:
<https://anpec.org.br/revista/vol6/vol6n1p119_160.pdf. Acesso em: 08 de novembro de 2021.

PONDÉ, J. L. Nova Economia Institucional – Volume I. Rio de Janeiro: FGV DIREITO RIO, 2007. Disponível em:
<https://epge.fgv.br/we/Direito/NovaEconomiaInstitucional/2008?action=AttachFile&do=get&target=nei1.pdf>

REN21. **Energias Renováveis 2016**: relatório da situação mundial. Renewable Energy Policy for de 21st century, 2016.

RIORDAN, M. H.; WILLIAMSON, O. E. Asset specificity and economic organization. **International Journal of Industrial Organization**, v. 3, n. 4, p. 365-378, 1985.

RISSARDI JÚNIOR, D. J.; SHIKIDA, P. F. A.; LAGES, A. M. G.. Aspectos da Nova Economia Institucional na Agroindústria Canavieira no Estado do Paraná. **Revista Economia Política do Desenvolvimento**, Alagoas, ano 2017, v. 8, n. 19, p. 9-25, 9 fev. 2018. Disponível em:
<<https://www.seer.ufal.br/index.php/repd/article/view/4282>>. Acesso em 17 jan. 2022.

ROBINSON, M. **Justiça Climática**: esperança, resiliência e luta por um futuro sustentável. Editora Civilização Brasileira, 2021.

ROCHA JÚNIOR, W. F. DA. A Nova Economia Institucional revisitada. **Revista de Economia e Administração**, v. 3, n. 4, p. 301-319, 2004. Disponível em:
<<http://www.spell.org.br/documentos/ver/25712/a-nova-economia-institucional-revisitada/i/pt-br>>.

ROCHA JUNIOR, W. F. DA. Análise do agronegócio da erva-mate com o enfoque da nova economia institucional e o uso da matriz estrutural prospectiva. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção). 2001. Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Florianópolis, 2001.

RUTHERFORD, M. **Institutions in economics: the old and the new institutionalism**. Cambridge: Cambridge University Press, 1994.

SARTO, VHR; DE ALMEIDA, L.T. A Teoria dos Custos de Transação: Uma análise a partir das críticas evolucionistas. **Revista Iniciativa Econômica**, v. 2 n. 1, 2015.

SCHIFFMAN, G.; KANUK, L. (2000) *Consumer Behavior*. Prentice Hall, Inc., Englewood Cliff.

SCHOFIELD, N.; CABALLERO, G. **Political Economy of Institutions, Democracy and Voting**. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2011.

SEAB. **Análise da conjuntura agropecuária - leite** (2014) Secretaria Estadual de Agricultura e Abastecimento, 2015.

SIMON, H. A. **Rationality as process and as product of thought**. American Economic Review, 1978.

SOLOGUREN, Leonardo Junho. **Integração vertical, grupos estratégicos e competitividade: o caso do sistema agroindustrial da soja**. 2004. 209 f. Dissertação (Mestrado em Economia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2020. DOI <http://doi.org/10.14393/ufu.di.2004.90>

SOUZA, B. A. de S. et al. Radial Distribution Systems Power Flow with Distributed Generation: Modified Power Summation Method. **IEEE Latin America Transactions**, [s. l.], ano 2006, v. 4, ed. 3, p. 192-197, 1 maio 2006. Disponível em: <<https://ieeexplore.ieee.org/document/4472113>>. Acesso em 11 out. 2021.

SOUZA, J. B. L. et al. Arranjos produtivos locais: um olhar sob a ótica institucionalista. **A Economia em Revista**, [s. l.], ano 2010, v. 18, n. 2, p. 111-122, 29 nov. 2010. Disponível em: <<https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/EconRev/article/download/50725/751375148832/>>. Acesso em 12 out. 2021.

SOUZA, L.A. Planejamento e controle urbanístico na prevenção e mitigação de desastres naturais. **Revista Brasileira de Direito Urbanístico – RBDU**. Belo Horizonte, ano 1, n. 1, p. 51-85, jul./dez. 2015.

SOUZA, S. N. M. et al. Custo da eletricidade gerada em conjunto motor gerador utilizando biogás da suinocultura. **Acta Scientiarum Technology**. Maringá, 2004, v. 26, n. 2, p. 127-133, 22 dez. 2004.

STEIN, C. A. Análise das interações do SRI no âmbito do programa oeste em desenvolvimento. 2019. 89 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologias, Gestão e

Sustentabilidade) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Foz do Iguaçu, 2019. Disponível em: <<http://tede.unioeste.br/handle/tede/4646?mode=full>>. Acesso em 25 nov. 2021.

STRASSBURG, U. **O biogás no oeste do paraná: potencialidade, desafios e perspectivas   luz da Nova Economia Institucional (NEI)**, Toledo: Unioeste, 2016.

STRASSBURG, U.; OLIVEIRA, N. M. de; ROCHA JR, W. F. da. Revisitando o conceito da nova economia institucional (NEI). **Revista Eletrônica de Humanidades do Curso de Ciências Sociais da UNIFAP**, Macapá, 2019, v. 12, ed. 2, p. 57-74, 25 nov. 2019. Disponível em: <<https://periodicos.unifap.br/index.php/pracs/article/view/3652>>. Acesso em: 19 out. 2021>.

SUNDER, S. **Teoria da Contabilidade e do Controle**. São Paulo: Atlas, 2014.

TOLMASQUIM, M. T. **Novo Modelo do Setor Elétrico Brasileiro**. 2. ed. Rio de Janeiro: Synergia, 2015. p. 57.

USDA. **United States Department of Agriculture**. Dairy: World Markets and Trade, 2016.

USDA. **United States Department of Agriculture**. Livstock and Poultry: World Markets and Trade, 2017.

VILPOUX, O. F.; OLIVEIRA, E. J. DE. Institui es informais e governanças em arranjos produtivos locais. **Revista de Economia Contemporânea**, Rio de Janeiro, 2010, v. 14, n. 1, p. 85-111, 11 nov. 2010. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rec/a/QZRGmGrt44d8wR7JzcdqH8H/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em 4 out. 2021.

WATHNE, K. H.; HEIDE, J. B. Opportunism in interfirm relationships: forms, outcomes, and solutions. **Journal of marketing**, v. 64, n. 4, p. 36-51, 2000.

WEILAND, P. Biogas product ion: current st at e and perspect ives. **Applied Microbiology and Biot echnology**, New York, v. 85, n. 4, p. 849-860, 2010.

WILLIAMSON, O. Credible Commitments: Using Hostages to Support Exchange. **Am. Econ. Rev.** n. 73, p. 519-540, 1985.

WILLIAMSON, O. E. Revisiting legal realism: The law, economics, and organization perspective. **Industrial and Corporate Change**, v. 5, n. 2, p. 383-420, 1996.

ZYLBERSZTAIN, D.; NEVES, M. V. Economia e Gestão dos negócios Agroalimentares. **Economia e gestão dos negócios agroalimentares**, 2000. Disponível em: <<http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US201300066910>>. Acesso em 06 nov. 2021.

ZYLBERSZTAJN, D.; Estruturas de governança e coordena o do agribusiness: uma aplica o da nova economia das institui es.1995. 241p. Tese (Livre Docência) –

Universidade do Estado de São Paulo, São Paulo.1995. Disponível em: <http://erudito.fea.usp.br/PortalFEA/Repositorio/616/Documentos/Tese_Livre_Docencia_DZ.pdf>. Acesso em 11 nov. 2021.

ZYLBERSZTAJN, D.; NEVES, M. F.; CALEMAN, S. M. DE Q. Gestão de Sistemas de Agronegócios. FEAUSP, São Paulo. 2014.

APENDICE 1 – ROTEIRO DA ENTREVISTA SEMIESTRUTURADA

P1 – Qual sua relação com o setor de biogás?

P2 - Há quanto tempo atua neste setor?

P3 – Quais são os arranjos típicos com biogás que você observa no Oeste do Paraná?

P4 – Considerando os projetos de biogás para energia elétrica como considera a infraestrutura disponibilizada (energia elétrica, logística, transportes, etc)?

P5 – Você observa ações cooperadas entre empresas e organizações do sistema agroindustrial do biogás?

P6 – Você consegue perceber nos projetos implantados uma recorrência no envolvimento de determinados fornecedores e organizações?

P7 – Qual sua avaliação sobre ambiente regulatório para projetos de biogás para energia elétrica?

P8 – Percebe algum movimento das organizações quanto a atualização da legislação do setor elétrico e ambiental com impacto em projetos desta natureza?

P9 – Como avalia o conhecimento dos envolvidos em projetos de biogás para energia elétrica?

P10 – Qual sua percepção sobre os negócios com biogás de cooperativas/ consórcios de energia?

P11 – Como se relacionam os envolvidos nos consórcios ou cooperativas de energia?

P12 – Qual sua percepção sobre a participação das cooperativas e integradoras do agronegócio em projetos de biogás?

APENDICE 2 – REGULAÇÃO FEDERAL VIGENTE PARA GERAÇÃO DISTRIBUÍDA COM BIOGÁS

Energia Elétrica

| Lei ou Normativa | Principais Tratativas |
|---------------------------|---|
| Decreto nº 24.643/1934 | Código de águas. Primeira aparição de legislação com capítulo destinado ao setor elétrico (hidroelétrica) - Livro III: Forças hidráulicas - Regulamentação da indústria hidroelétrica. |
| Decreto 62.724/1968 | Estabelece normas gerais de tarifação para as empresas concessionárias de serviços públicos de energia elétrica. |
| Decreto nº 63.951 /1968 | Aprova a estrutura básica, do Ministério das Minas e Energia e substitui o Conselho Nacional de Águas e Energia pelo DNAEE. |
| Decreto-Lei nº 689/1969 | Extingue o Conselho Nacional de Águas e Energia Elétrica. |
| Lei nº 5.655/1971 | Dispõe sobre a remuneração legal do investimento dos concessionários de serviços públicos de energia elétrica. Introduz o regime tarifário que incorporou os custos de geração, transmissão e distribuição, incorporou a remuneração garantida (extinta em 1993 - Lei nº 8.631). |
| Lei nº 8.631/1993 | Lei Eliseu Resende: Dispõe sobre a fixação dos níveis das tarifas para o serviço público de energia elétrica, extingue o regime de remuneração garantida. |
| Lei nº 9.074 /1995 | Estabelece normas para outorga e prorrogações das concessões e permissões de serviços públicos. Cria a figura do produtor independente. |
| Lei nº 9.427/1996 | Institui a Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL e disciplina o regime das concessões de serviços públicos de energia elétrica. Redução não inferior a 50% nas tarifas de uso dos Sistemas de Transmissão e Distribuição. |
| Decreto nº 2.003/1996 | Regulamenta as atividades do produtor independente e do autoprodutor além de definir as condições de operação da termelétrica, se é integrada ou não, ou seja, se opera em conjunto com outras usinas de geração de energia sob supervisão da ONS - Operador Nacional do Sistema ou não. Foi criado devido à necessidade de estabelecimento de regras que determinavam quais seriam os responsáveis por essa geração. |
| Lei nº 9.478/1997 | Dispõe sobre a política energética nacional, as atividades relativas ao monopólio do petróleo, institui o Conselho Nacional de Política Energética e a Agência Nacional do Petróleo e dá outras providências |
| Decreto nº 2.335/1997 | Constitui a Agência Nacional de Energia Elétrica -ANEEL, aprova sua Estrutura Regimental e o Quadro Demonstrativo dos Cargos em Comissão e Funções de Confiança. |
| Convênio ICMS nº 101/1997 | Concede isenção do ICMS nas operações com equipamentos e componentes para o aproveitamento das energias solar e eólica. |
| Lei nº 9.648/1998 | Cria a ONS, autoriza o Poder Executivo a promover a reestruturação da Centrais Elétricas Brasileiras - ELETROBRÁS e de suas subsidiárias. |

| | |
|---------------------------------|--|
| Decreto nº 2.655/1998 | Regulamenta o Mercado Atacadista de Energia Elétrica define as regras de organização do Operador Nacional do Sistema Elétrico. Dispõe que a ANEEL estabelecerá as condições gerais de acesso aos sistemas de transmissão e de distribuição, compreendendo o uso e a conexão, e regulará as tarifas correspondentes, visando estimular novos investimentos na expansão dos sistemas elétricos. |
| Resolução Normativa nº 351/1998 | Autoriza o Operador Nacional do Sistema Elétrico - ONS a executar as atividades de coordenação e controle da operação da geração e transmissão de energia elétrica nos sistemas interligados. |
| Resolução Normativa nº 281/1999 | Estabelece as condições gerais de contratação do acesso, compreendendo o uso e a conexão, aos sistemas de transmissão e distribuição de energia elétrica. Apresenta também os encargos de uso dos sistemas de transmissão ou de distribuição e ainda a metodologia para cálculo das tarifas e encargos nodais. |
| Lei nº 9.991/2000 | Trata da realização de investimentos em pesquisa e desenvolvimento e em eficiência energética por parte das empresas concessionárias, permissionárias e autorizadas do setor de energia elétrica, e dá outras providências |
| Lei nº10.438/2002 | 1ª aparição de programas que favorecessem a geração distribuída no país. Dispõe sobre a expansão da oferta de energia elétrica emergencial, recomposição tarifária extraordinária, cria o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (Proinfa), a Conta de Desenvolvimento Energético (CDE), dispõe sobre a universalização do serviço público de energia elétrica. Diferenciar os valores pagos as fontes de GD em relação a geração de fontes mais competitivas. |
| Norma Brasileira nº 14039/2004 | Estabelece um sistema para o projeto e execução de instalações elétricas de média tensão, com tensão nominal de 1,0 kV a 36,2 kV, à frequência industrial, de modo a garantir segurança e continuidade de serviço. |
| Lei nº 10.847/2004 | Autorizou a criação da Empresa de Pesquisa Energética (EPE). |
| Lei nº 10.848/2004 | Dispõe sobre a comercialização de energia elétrica. Essa lei introduziu o conceito de geração distribuída na legislação brasileira e estabeleceu que no edital de licitação para novos empreendimentos de geração de energia elétrica, poderá constar percentual mínimo de energia elétrica a ser destinada ao mercado regulado, podendo a energia remanescente ser destinada ao consumo próprio ou à comercialização para contratação livre. |
| Decreto nº 5.163/2004 | Regulamenta a comercialização de energia elétrica, o processo de outorga de concessões e de autorizações de geração de energia elétrica. Mostra características da GD para as distribuidoras. |
| Resolução Normativa nº 67/2004 | Estabelece critérios para a composição da Rede Básica do Sistema Interligado Nacional. Aprimoramento da regulamentação do sistema de transmissão, visando assegurar que a expansão das instalações, localizadas na fronteira entre as linhas de transmissão e as redes de distribuição |
| Resolução Normativa nº 68/2004 | Estabelece os procedimentos para acesso e implementação de reforços nas Demais Instalações de Transmissão, não integrantes da Rede Básica, e para a expansão das instalações de transmissão de âmbito próprio, de interesse sistêmico, das concessionárias ou permissionárias de distribuição, |
| Resolução Normativa nº 77/2004 | Estabelece os procedimentos vinculados à redução das tarifas de uso dos sistemas elétricos de transmissão e de distribuição, para empreendimentos hidrelétricos e aqueles com base em fonte solar, eólica, biomassa ou cogeração qualificada. |

| | |
|--------------------------------------|--|
| NR 10 | Estabelece os requisitos e condições mínimas objetivando a implementação de medidas de controle e sistemas preventivos, de forma a garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores que, direta ou indiretamente, interajam em instalações elétricas e serviços com eletricidade. |
| Norma Brasileira nº 5410/2005 | Estabelece as condições a que devem satisfazer as instalações elétricas de baixa tensão, a fim de garantir a segurança de pessoas e animais, o funcionamento adequado da instalação e a conservação dos bens. |
| Lei nº 11.107/2005 | Dispõe sobre normas gerais de contratação de consórcios públicos e dá outras providências. |
| Resolução Normativa nº 167/2005 | Estabelece as condições para a comercialização de energia proveniente de Geração Distribuída. |
| Resolução Normativa nº 228/2006 | Estabelece os requisitos para a certificação de centrais geradoras termelétricas na modalidade de geração distribuída, para fins de comercialização de energia elétrica no Ambiente de Contratação Regulada. |
| Resolução Normativa nº 235/2006 | Estabelece os requisitos para a qualificação de centrais termelétricas cogeneradoras de energia. |
| Lei nº 243/2006 | Altera a metodologia de cálculo das Tarifas de Uso do Sistema de Distribuição – TUSD e das Tarifas de Energia Elétrica – TE aplicáveis às concessionárias e permissionárias de serviço público de distribuição do Sistema Interligado Nacional - SIN, com mercado próprio inferior a 500 GWh/ano. |
| Resolução Normativa nº 247/2006 | Estabelece as condições para a comercialização de energia elétrica, oriunda de empreendimentos de geração que utilizem fontes primárias incentivadas, com unidade ou conjunto de unidades consumidoras cuja carga seja maior ou igual a 500 kW. Destinada aos consumidores especiais. |
| Lei nº 11.488/2007 | Cria o Regime Especial de Incentivos para o Desenvolvimento da Infraestrutura - REIDI. |
| Resolução Normativa nº 271/2007 | Altera a REN nº 77 |
| Resolução Normativa nº 284/2007 | Altera a REN nº 228 |
| Resolução Normativa nº 312/2008 | Altera a REN nº 68 |
| Resolução Normativa nº 320/2008 | Estabelece critérios para classificação de instalação de transmissão como de Interesse Exclusivo de Centrais de Geração para Conexão Compartilhada – ICG para o acesso à Rede Básica do Sistema Interligado Nacional de centrais de geração a partir de fonte eólica, biomassa ou pequenas centrais hidrelétricas. |
| Resolução Autorizativa nº 1.482/2008 | Autoriza Programa de Geração Distribuída com Saneamento Ambiental apresentado pela Companhia Paranaense de Energia – COPEL como projeto piloto de implantação de geração distribuída em baixa tensão com duração de seis meses. |
| Lei nº 11.795 | Dispõe sobre o Sistema de Consórcio. |
| Decreto nº 6.416/2008 | REIDI Desoneração Tributação PIS/PASEP/COFINS (equipamentos) - Altera o Decreto nº 6.144. |
| Decreto nº 6.460/2008 | Altera o Decreto nº 2.655 e Lei nº 9.648 |
| Lei nº 12.111/2009 | Dispõe sobre os serviços de energia elétrica nos Sistemas Isolados |
| Resolução Normativa nº 390-391/2009 | Estabelece os requisitos necessários à outorga de autorização para exploração e alteração da capacidade instalada de usinas termelétricas e de outras fontes alternativas de energia, os procedimentos para registro de centrais geradoras com capacidade instalada reduzida |

| | |
|---------------------------------|--|
| Resolução Normativa nº 395/2009 | Aprova os Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional - PRODIST. |
| PRODIST - Módulo 4 | Estabelece os procedimentos e requisitos para o fornecimento de informações de carga e de despacho de geração, previstos e verificados, por parte dos acessantes para as distribuidoras. Possibilita os procedimentos de operação dos sistemas de distribuição, para que as distribuidoras e demais agentes formulem os planos e programas operacionais, incluindo previsão de carga. |
| Resolução Normativa nº 414/2010 | Estabelece as Condições Gerais de Fornecimento de Energia Elétrica de forma atualizada e consolidada. |
| Resolução Normativa nº 424/2010 | Aprova a Revisão 2 dos Módulos 1, 2, 3, 5, 6, e 8 dos Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional – PRODIST. |
| Resolução Normativa nº 432/2011 | Aprova a Revisão 3 do Módulo 3 dos Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional - PRODIST. |
| Resolução Normativa nº 482/2012 | Estabelece as condições gerais para o acesso de microgeração e minigeração aos sistemas de distribuição de energia elétrica e o sistema de compensação de energia elétrica. |
| Resolução Normativa nº 506/2012 | Estabelece as condições de acesso ao sistema de distribuição por meio de conexão a instalações de propriedade de distribuidora. |
| Resolução Normativa nº 517/2012 | Altera a Resolução Normativa nº 482, de 17 de abril de 2012, e o Módulo 3 dos Procedimentos de Distribuição – PRODIST. |
| Resolução Normativa nº 583/2013 | Estabelece os procedimentos e condições para obtenção e manutenção da situação operacional e definição de potência instalada e líquida de empreendimento de geração de energia elétrica. |
| Resolução Normativa nº 569/2013 | Modifica a abrangência na aplicação do fator de potência para faturamento do excedente de reativos de unidades consumidoras e altera a Resolução Normativa nº. 414. |
| Convênio ICMS nº 112 | Autoriza a concessão de redução de base de cálculo do ICMS nas saídas internas de biogás e biometano. Ficam os Estados da Bahia, Mato Grosso, Rio de Janeiro e São Paulo autorizados a conceder redução da base de cálculo do Imposto sobre Operações Relativas à Circulação de Mercadorias e sobre Prestações de Serviços de Transporte Interestadual e Intermunicipal e de Comunicação - ICMS nas saídas internas com biogás e biometano, de tal forma que a carga tributária do imposto resulte na aplicação do percentual de 12% (doze por cento) sobre o valor da operação. |
| Lei nº 13.169/2015 | Reduz a zero as alíquotas da Contribuição para o PIS/Pasep e da Contribuição para Financiamento da Seguridade Social - CONFINS incidentes sobre a energia elétrica ativa. |
| Lei nº 13.203/2015 | Introduz descontos de pelo menos 50% nas tarifas de uso do sistema de transmissão e de distribuição e BNDES (taxas diferenciadas). |
| Resolução Normativa nº 687/2015 | Revisa a REN nº482 e o PRODIST ampliando os modais de GD. |
| Convênio ICMS 16/2015 CONFAZ | Autoriza a conceder isenção nas operações internas relativas à circulação de energia elétrica, sujeita a faturamento sob o sistema de compensação. |
| Portaria nº 538/2015 (PROGD) | Cria o Programa de Desenvolvimento da Geração Distribuída de Energia Elétrica (ProGD), com os objetivos de promover a ampliação da geração distribuída de energia elétrica, com base em fontes renováveis e cogeração; e incentivar a implantação de geração distribuída em edificações públicas, edificações comerciais, industriais e residenciais. |

| | |
|---------------------------------|--|
| Convênio ICMS nº 42 | Autoriza os estados e o Distrito Federal a criar condição para a fruição de incentivos e benefícios no âmbito do ICMS ou reduzir o seu montante. |
| Decreto nº 8.828 | Altera o Decreto nº 5.163 acerca da comercialização de energia elétrica, o processo de outorga de concessões e de autorizações de geração de energia elétrica. |
| Decreto nº 9.022/2017 | Dispõe sobre a Conta de Desenvolvimento Energético, a Reserva Global de Reversão e o Operador Nacional do Sistema Elétrico. Entre as finalidades dos recursos da CDE estão: a competitividade da energia produzida a partir de fontes eólica, termosolar e fotovoltaica, pequenas centrais hidrelétricas, biomassa, outras fontes renováveis, na forma estabelecida em ato do Ministro de Estado de Minas e Energia. |
| Resolução Normativa nº 786/2017 | Revisa a REN nº482, unificando a máxima potência instalada para todas as fontes permitidas. |
| PRODIST - Módulo 3 (versão 7) | Acesso ao Sistema de Distribuição: Seção 3.7 - Acesso de micro e minigeração distribuída |
| PRODIST - Módulo 8 | Trata sobre fenômenos da qualidade do produto em regime permanente (tensão em regime permanente, fator de potência, harmônicos, desequilíbrio de tensão, flutuação de tensão e variação de frequência) e transitório (variações de tensão de curta duração - VTCD). Define os fenômenos da qualidade do produto, estabelecendo os seus indicadores e o seus valores de referência ou limites. Estabelece aspectos relacionados à instrumentação e à metodologia de medição dos fenômenos da qualidade do produto. Define procedimento para a gestão das reclamações dos acessantes sobre problemas relacionados à qualidade do produto. Descreve os estudos sobre a qualidade do produto para fins de acesso aos sistemas de distribuição. |
| PRODIST - Módulo 1 | Tópicos introdutórios e glossários do Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional. |
| Resolução Normativa nº 823/2018 | Altera a Resolução Normativa no 414/2010 para adequação à Lei nº 13.465/2017 adequando conceitos de empreendimentos integrados e responsabilidade da distribuidora sobre as obras necessárias para regularização fiduciária. |
| Resolução Normativa nº 775/2017 | Altera o Procedimentos de Regulação Tarifária - PRORET e institui o Módulo 11 – Informações na Fatura de Energia Elétrica dos Procedimentos de Distribuição – PRODIST. |
| Resolução Normativa nº 516/2012 | Aprimora a regulamentação que trata do atendimento telefônico da REN 414/2010 |
| Resolução Normativa nº 479/2012 | Atualizam a REN 414/2010 sobre o conceito de bandeira tarifária, modalidade tarifária, concessionária e dano moral. |
| Resolução Normativa nº 670/2015 | Aprimora a Resolução Normativa no 414/2010 em relação à aprovação de projetos particulares e estabelecimento de cronograma de obras e dá outras providências. |
| Resolução Normativa nº 800/2017 | Regulamentação da Conta de Desenvolvimento Energético – CDE |
| Resolução Normativa nº 449/2011 | Atualiza as atividades de agricultura, pecuária ou aquicultura, e as sub-classes. |
| Lei nº 13.299/2016 | Dispõe sobre as concessões de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica |
| Lei nº 12.783/2013 | Dispõe sobre as prorrogações de concessões de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica, sobre a redução dos encargos setoriais e sobre a modicidade tarifária |

| | |
|------------------------|--|
| Lei nº 12.767/2012 | Dispõe sobre a extinção das concessões de serviço público de energia elétrica e a prestação temporária do serviço e sobre a intervenção para adequação do serviço público de energia elétrica. |
| Lei nº 12.212/2010 | Dispõe sobre a Tarifa Social de Energia Elétrica para baixa renda. |
| Decreto nº 10.350/2020 | Autoriza a criação da Conta-covid pela CCEE, destinada a receber recursos para cobrir déficits ou antecipar receitas, total ou parcialmente, relativos às concessionárias e permissionárias do serviço público de distribuição de energia elétrica. |
| Lei nº 10.604/2002 | Dispõe sobre recursos para consumidores de energia elétrica de baixa renda. |
| Decreto nº 6.460/2008 | Regulamenta o Mercado Atacadista de Energia Elétrica, define as regras de organização do Operador Nacional de Sistema Elétrico |
| Decreto nº 7.154/2010 | Regulamenta a atuação de órgãos públicos federais para autorizar e realizar estudos de aproveitamentos de potenciais de energia hidráulica e sistemas de transmissão e distribuição de energia elétrica no interior de unidades de conservação bem como para autorizar a instalação de sistemas de transmissão e distribuição de energia elétrica em unidades de conservação de uso sustentável. |
| Decreto nº 8.828/2016 | Regulamenta a comercialização de energia elétrica, o processo de outorga de concessões e de autorizações de geração de energia elétrica. |
| Decreto nº 5.025/2004 | Dispõem sobre o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica - PROINFA |

Biogás

| Lei ou Normativa | Principais Tratativas |
|-------------------------|--|
| Decreto nº 2.455 | Implanta a Agência Nacional do Petróleo - ANP, autarquia sob regime especial, aprova sua Estrutura Regimental e o Quadro Demonstrativo dos Cargos em Comissão e Funções de Confiança e dá outras providências. |
| Lei nº12.490/2011 | Garante o fornecimento de biocombustíveis em todo o território nacional, incentiva a geração de energia elétrica a partir da biomassa e de subprodutos da produção de biocombustíveis; promove a competitividade do País no mercado internacional de biocombustíveis; fomenta a pesquisa e o desenvolvimento relacionados à energia renovável; mitiga as emissões de gases causadores de efeito estufa e de poluentes nos setores de energia e de transportes, inclusive com o uso de biocombustíveis; estabelece que qualquer empresa ou consórcio de empresas constituídas sob as leis brasileiras com sede e administração no País poderá obter autorização da ANP para exercer as atividades econômicas da indústria de biocombustíveis destinadas a permitir a exploração das atividades econômicas em regime de livre iniciativa e ampla competição. |
| Resolução ANP nº 8 | Estabelece a especificação do Biometano. |
| Resolução ANP nº 21 | Dispõe sobre a utilização de Combustíveis Experimentais em todo o território nacional. |
| Resolução ANP nº 685 | Estabelece as regras para aprovação do controle da qualidade e a especificação do biometano oriundo de aterros sanitários e de estações de tratamento de esgoto destinado ao uso veicular e às instalações residenciais, industriais e comerciais a ser comercializado em todo o território nacional. |

| | |
|----------------------|--|
| Lei nº 13.576 | Dispõe sobre a Política Nacional de Biocombustíveis (RenovaBio) |
| Resolução ANP nº 734 | Regulamenta a autorização para o exercício da atividade de produção de biocombustíveis e a autorização de operação da instalação produtora de biocombustíveis. |

Meio Ambiente

| Lei ou Normativa | Principais Tratativas |
|-------------------------|--|
| Lei nº 12.187 | Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC |
| Lei nº 12.305 | Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. |
| Lei nº 12.512 | Institui o Programa de Apoio à Conservação Ambiental e o Programa de Fomento às Atividades Produtivas Rurais. |
| Resolução CONAMA nº 436 | Estabelece os limites máximos de emissão de poluentes atmosféricos para fontes fixas instaladas ou com pedido de licença de instalação anteriores a 02 de janeiro de 2007. |
| Decreto nº 5.882/2006 | Regulamenta o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica - PROINFA, e dá outras providências. |

Outros

| Lei ou Normativa | Principais Tratativas |
|------------------|--|
| Lei nº10.406 | Código Civil. |
| Lei nº 13.303 | Dispõe sobre o estatuto jurídico da empresa pública, da sociedade de economia mista e de suas subsidiárias, no âmbito da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios. |
| Decreto nº 8.950 | Aprova a Tabela de Incidência do Imposto sobre Produtos Industrializados - TIPI. |

APENDICE 3 – REGULAÇÃO ESTADUAL VIGENTE PARA GERAÇÃO DISTRIBUÍDA COM BIOGÁS

Energia Elétrica

| Lei ou Normativa | Principais Tratativas |
|------------------------|---|
| NTC 903105 | Trata da geração própria a partir da Operação em Paralelismo Momentâneo. |
| Decreto 11.671/2014 | Dispõe sobre o Programa Paranaense de Energias Renováveis - Iluminando o Futuro e prevê medidas de incentivo à produção e uso de energia renovável |
| NTC 905100 | Acesso de Geração Distribuída ao Sistema Copel (com comercialização de energia). |
| Decreto nº 8.673 | Altera a redação de artigos do Decreto nº 11.671, de 16 de julho de 2014, que dispõe sobre o Programa Paranaense de Energias Renováveis e prevê medidas de estímulo e incentivo à produção e uso de energia renovável. |
| Resolução SEPL nº 002 | Instituir Grupo Trabalho do Programa “Paranaense de Energias Renováveis” |
| Convênio ICMS 42/18 | Dispõe sobre a adesão dos Estados do Amazonas, do Paraná e de Santa Catarina às disposições do Convênio ICMS 16/15, que autoriza a conceder isenção nas operações internas relativas à circulação de energia elétrica, sujeitas a faturamento sob o Sistema de Compensação de Energia Elétrica de que trata a Resolução Normativa nº 482, de 2012, da Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL. |
| NTC 905200 | Estabelece padrões para o acesso de micro e minigeração distribuída ao sistema da Copel, considerando conexões destinadas a compensação de energia. |
| NTC 903107 | Trata de sistemas de geração própria – Operação Isolada. |
| Convênio ICMS 16/15 | Dispõe sobre a adesão do Paraná ao Convênio ICMS 16/15, que autoriza a conceder isenção nas operações internas relativas à circulação de energia elétrica, sujeitas a faturamento sob a RN nº 482/12, da ANEEL. |
| Decreto nº 11.538/2018 | Trata sobre a criação do Projeto Smart Energy Paraná e revoga o Decreto nº 8842, de 04 de setembro de 2013. |
| Lei nº 19.595/2018 | Institui benefícios para incentivar o aproveitamento de energia elétrica produzida por microgeradores e minigeradores de energia distribuída e adota outras providências. |

Outros

| Lei ou Normativa | Principais Tratativas |
|----------------------------------|---|
| Constituição do Estado do Paraná | A Constituição do Estado do Paraná é a Lei estadual fundamental que rege o estado brasileiro do Paraná. |
| Lei nº 10.856 | Autoriza o poder executivo a participar, por intermédio da Copel, da constituição de sociedade de economia mista: Compagas. |
| Lei Complementar nº 76 | Dispõe sobre concessões e permissões de serviços públicos |
| Lei Complementar nº 79 | Altera a Lei Complementar nº 76. |

| | |
|------------------------|---|
| Lei Complementar nº 94 | Cria a Agência Reguladora de Serviços Públicos Delegados de Infraestrutura do Paraná. |
|------------------------|---|

Biogás

| Lei ou Normativa | Principais Tratativas |
|-------------------------|--|
| Decreto nº 4.695 | Outorga da concessão para exploração do serviço de gás canalizado em todo território do estado do Paraná pela Companhia Paranaense de Energia - Copel. |
| Lei Complementar nº 205 | Dispõe sobre os serviços de distribuição de gás canalizado no Estado do Paraná, de que trata o art. 9º da Constituição Estadual e providências pertinentes. |
| Lei Complementar nº 211 | Acrescenta e renumera os dispositivos que especifica da Lei Complementar nº 205, de 7 de dezembro de 2017, que dispõe sobre os serviços de distribuição de gás canalizado no Estado, de que trata o art. 9º da Constituição Estadual. |
| Lei nº19.500 | Dispõe sobre a Política Estadual do Biogás e Biometano. |
| Lei 20.435 /2020 | Institui o Programa Paraná Energia Rural Renovável de apoio à geração distribuída de energia elétrica a partir de fontes renováveis e de geração de biogás e biometano em unidades produtivas rurais paranaenses. |
| Decreto 7879/2021 | Regulamenta o Programa Paraná Energia Rural Renovável (RenovaPR) como um dos instrumentos de execução da política agrícola estadual de desenvolvimento econômico e social, composto pelo conjunto ordenado de projetos e ações planejadas de apoio e fomento à geração distribuída de energia elétrica e à geração de biogás e biometano nas unidades produtivas rurais paranaenses, coadunado ao Sétimo Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) presente na Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável da Assembleia Geral das Nações Unidas. |
| Portaria 118/2021 | Dispõe sobre o Regulamento e Normas para operacionalização do Programa Paraná Energia Rural Renovável – RenovaPR |

Meio Ambiente

| Lei ou Normativa | Principais Tratativas |
|-----------------------|--|
| Lei nº 13.806 | Dispõe sobre as atividades pertinentes ao controle da poluição atmosférica, padrões e gestão da qualidade do ar. |
| Resolução CEMA nº 065 | Dispõe sobre o licenciamento ambiental, estabelece critérios e procedimentos a serem adotados para as atividades poluidoras, degradadoras e/ou modificadoras do meio ambiente. |
| Lei nº 17.133 | Institui a Política Estadual sobre Mudança do Clima. |
| Resolução CEMA nº 90 | Estabelece condições, critérios e dá outras providências, para empreendimentos de compostagem de resíduos sólidos de origem urbana e de grandes geradores e para o uso do composto gerado. |
| Lei nº 17.188 | Institui a Política Estadual de Geração Distribuída com Energias Renováveis – GDER no Estado do Paraná. |

