

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CENTRO OESTE, UNICENTRO

SETOR DE CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS, SESA

CURSO DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS, DECON

JONAS CIKOSKI

**GERAÇÃO DISTRIBUÍDA DE ENERGIA ELÉTRICA NOS MUNICÍPIOS
PARANAENSES: uma análise espacial da potência instalada no período entre
2021 e 2023**

**Guarapuava/PR
2024**

JONAS CIKOSKI

**GERAÇÃO DISTRIBUÍDA DE ENERGIA ELÉTRICA NOS MUNICÍPIOS
PARANAENSES: uma análise espacial da potência instalada no período entre
2021 e 2023**

Monografia apresentada ao curso de Ciências Econômicas da Universidade Estadual do Centro Oeste, UNICENTRO, como pré-requisito para obtenção do grau de bacharel, sob orientação do Prof.: Dr. Pierre Joseph Nelcide.

**Guarapuava/PR
2024**

JONAS CIKOSKI

**GERAÇÃO DISTRIBUÍDA DE ENERGIA ELÉTRICA NOS MUNICÍPIOS
PARANAENSES: uma análise espacial da potência instalada no período entre
2021 e 2023**

Monografia apresentada ao curso de Ciências Econômicas da Universidade Estadual do Centro-Oeste – UNICENTRO, como pré-requisito para obtenção do grau de bacharel.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Pierre Joseph Nelcide
Orientador

Prof. Dr. Eduardo Lopes Marques
Avaliador

Prof. Dr. Marcio Marconato
Avaliador

Aprovado em: 29/10/2024

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pela minha vida, e por me ajudar a ultrapassar todos os obstáculos encontrados durante o curso.

Aos meus familiares, que me incentivaram nos momentos difíceis e compreenderam a minha ausência enquanto eu me dedicava à realização deste trabalho.

Aos meus amigos, Fábio Preisner Saraiva e Ariel dos Santos Pedroso pela parceria e por estarem sempre presentes.

Aos professores avaliadores, Prof. Dr. Eduardo Lopes Marques e o Prof. Marcio Marconato, pelo meu orientador Prof. Dr. Pierre Joseph Nelcide, além do Prof. Dr. Felipe Orsolin Teixeira pelas correções e ensinamentos que me permitiram apresentar um melhor desempenho no meu processo de formação profissional.

Manifesto aqui toda minha gratidão à Unicentro, que foi essencial no meu processo de formação profissional, pela dedicação, e por tudo o que aprendi ao longo do curso.

“A menos que modifiquemos a nossa maneira de pensar, não seremos capazes de resolver os problemas causados pela forma como nos acostumamos a ver o mundo”. (Albert Einstein).

“Em seu coração o homem planeja o seu caminho, mas o senhor determina os seus passos”. (Provérbios 16:9).

LISTA DE SIGLAS E SÍMBOLOS

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica
CNPE – Conselho Nacional de Política Energética
EPE – Empresa de Pesquisa Energética
GC – Geração Centralizada
GD – Geração Distribuída
GEE – Gases de Efeito Estufa
ICMS – Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços
kW – Quilowatt
mW – Megawatt
ODS – Objetivos do Desenvolvimento Sustentável
ONU – Organização das Nações Unidas
PBE – Programa Brasileiro de Etiquetagem
PEE – Programa de Eficiência Energética
PNEf – Plano Nacional de Eficiência Energética
PROCEL – Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica
ProGD – Programa de Desenvolvimento da Geração Distribuída
SEP – Sistema Elétrico de Potência

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável	17
Figura 2: Emissões brasileiras de gases de efeito estufa do setor de energia (Mt) ..	24
Figura 3: Ranking estadual de geração distribuída 2024	25
Figura 4: Matriz elétrica brasileira 2024	28
Figura 5: Divisão política do estado do Paraná 2010	29
Figura 6: Regiões geográficas do estado do Paraná	51
Mapa 1: Potência total instalada (kW) por municípios paranaenses	34
Mapa 2: Potência total instalada (kW) por 100 mil habitantes nos municípios paranaenses.....	35
Mapa 3: Potência total instalada (kW) por quilômetros quadrados (km ²) nos municípios paranaenses.....	36
Mapa 4: Potência total instalada (kW) na classe de consumo residencial nos municípios paranaenses	39
Mapa 5: Potência total instalada (kW) na classe de consumo comercial nos municípios paranaenses.....	40
Mapa 6: Potência total instalada (kW) na classe de consumo rural nos municípios paranaenses.....	41
Mapa 7: Potência total instalada (kW) na classe de consumo industrial nos municípios paranaenses.....	42
Mapa 8: Potência total instalada (kW) na classe de consumo poder público nos municípios paranaenses	43
Mapa 9: Potência total instalada (kW) na fonte de geração radiação solar nos municípios paranaenses	46
Mapa 10: Potência total instalada (kW) na fonte de geração biogás (RA) nos municípios paranaenses	47
Mapa 11: Potência total instalada (kW)na fonte de geração biogás (RU) nos municípios paranaenses	48
Mapa 12: Potência total instalada (kW) por mesorregião do estado do Paraná.....	53

Gráfico 1: Potência total instalada (kW) por classe de consumo no estado do Paraná (%).....	38
Gráfico 2: Potência total instalada (kW) por fonte de geração no estado do Paraná (%)	45
Gráfico 3: Potência total instalada (kW) por modalidade de geração no estado do Paraná (%)	50
Gráfico 4: Potência total instalada (kW) por mesorregião do estado do Paraná (%).....	52

LISTA DE TABELAS

TABELA 1: Potência total instalada (kW) de geração distribuída por classe de consumo no estado do Paraná no período entre 2021 e 2023	37
TABELA 2: Potência total instalada (kW) de geração distribuída por fonte de geração no estado do Paraná no período entre 2021 e 2023	44
TABELA 3: Potência total instalada (kW) de geração distribuída por modalidade de geração no estado do Paraná no período entre 2021 e 2023	49
TABELA 4: Potência total instalada (kW) de geração distribuída por mesorregião paranaense no período entre 2021 e 2023	52

RESUMO

A disponibilidade de energia elétrica é uma das questões fundamentais para o crescimento de qualquer economia. Ao longo dos anos, a demanda tem apresentado altos índices, sendo influenciado principalmente pelo crescimento das atividades agrícolas e industriais, aumento do poder aquisitivo das pessoas e pelo avanço tecnológico. O Estado do Paraná tem sido historicamente um dos maiores produtores de energia elétrica do país, com visibilidade para geração hidroelétrica. No entanto, o estado busca meios de atender a crescente demanda enquanto preserva seus recursos naturais, tendo em vista o esgotamento do potencial hídrico e a pressão da sociedade quanto aos impactos ambientais, sociais e econômicos ocasionados. Devido a essas limitações para expandir a matriz elétrica no estado, tem-se buscado outras fontes alternativas e renováveis de geração de energia, como por exemplo a fotovoltaica, biogás, eólica, etc. O emprego do sistema de geração distribuída de energia elétrica, caracterizado pela produção próxima ou integrada aos seus consumidores, tem o poder de resultar em ganhos nos aspectos ambiental, social e econômico no estado. Diante disso, faz-se necessária a elaboração de políticas públicas de incentivos à pesquisa e desenvolvimento de projetos para a disseminação deste setor no estado, cooperando para a sustentabilidade ambiental. Neste sentido, o objetivo deste estudo em questão é identificar como a geração distribuída de energia elétrica se concentra espacialmente no estado do Paraná no período entre 2021 e 2023. O avanço do trabalho ocorreu da seguinte forma: inicialmente uma breve introdução, avançando para uma revisão de literatura existente sobre a integração de tecnologias de geração e sustentabilidade no setor elétrico. Na terceira parte são apresentados os procedimentos metodológicos, com a caracterização da pesquisa, coleta e análise das variáveis. Por final são apresentados os resultados dessa análise e, como conclusão, como estas fontes de energia podem contribuir para a sustentabilidade ambiental e para a diminuição dos gases de efeito estufa e de que maneira as políticas governamentais podem auxiliar para a alavancagem do modelo no estado.

PALAVRAS CHAVE: Geração distribuída, municípios paranaenses, análise espacial, desenvolvimento sustentável, sustentabilidade.

ABSTRACT

The availability of electric energy is one of the fundamental issues for the development of any economy. Over the years, demand has shown high rates, mainly influenced by the growth of agricultural and industrial activities, increased purchasing power of people, and technological advancement. The State of Paraná has historically been one of the largest producers of electric energy in the country, with a focus on hydroelectric generation. However, the state seeks ways to meet the growing demand while preserving its natural resources, considering the depletion of hydro potential and societal pressure regarding the environmental, social, and economic impacts caused. Due to these limitations in expanding the state's electric matrix, alternative and renewable sources of energy generation, such as photovoltaic, biogas, wind, etc., have been sought. The use of the distributed generation system of electric energy, characterized by production close to or integrated with its consumers, has the potential to result in gains in environmental, social, and economic aspects in the state. Therefore, it is necessary to develop public policies to encourage research and development of projects for the dissemination of this sector in the state, contributing to environmental sustainability. In this sense, the objective of this study is to identify how the distributed generation of electric energy is spatially concentrated in the state of Paraná in the period between 2021 and 2023. The development of the work occurred as follows: initially a brief introduction, moving on to a review of existing literature on the integration of generation technologies and sustainability in the electric sector. The third part presents the methodological procedures, with the characterization of the research, collection, and analysis of variables. Finally, the results of this analysis are presented, and as a conclusion, how these energy sources can contribute to environmental sustainability by reducing greenhouse gases and how government policies can help leverage the model in the state.

KEY WORDS: Distributed generation, municipalities of Paraná, spatial analysis, sustainable development, sustainability.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 REVISÃO DE LITERATURA	15
2.1 Desenvolvimento sustentável e sustentabilidade	15
2.2 Políticas públicas do setor de energia	18
2.3 Eficiência energética	21
2.4 Geração distribuída de energia elétrica	23
2.5 Panorama energético	27
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	29
3.1 A caracterização da pesquisa	29
3.2 A coleta e análise das variáveis	30
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	33
4.1 Potência total instalada de geração distribuída por municípios paranaenses	33
4.2 Potência total instalada de geração distribuída por cem mil habitantes nos municípios paranaenses	34
4.3 Potência total instalada de geração distribuída por quilômetros quadrados nos municípios paranaenses	36
4.4 Potência total instalada de geração distribuída por classe de consumo no estado do Paraná.....	37
4.4.1 Residencial.....	39
4.4.2 Comercial	40
4.4.3 Rural.....	41
4.4.4 Industrial.....	41
4.4.5 Poder Público	42
4.5 Potência total instalada de geração distribuída por fonte de geração no estado do Paraná.....	44
4.5.1 Radiação solar	46
4.5.2 Biogás resíduos animais (RA)	47
4.5.3 Biogás resíduos urbanos (RU)	48
4.6 Potência total instalada de geração distribuída por modalidade de geração no estado do Paraná	49

4.7 Potência total instalada de geração distribuída por mesorregião no estado do Paraná.....	51
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	54
6 REFERÊNCIAS.....	56

1 INTRODUÇÃO

O crescimento dos setores da agricultura e da indústria, em consonância com o aumento populacional, aumento do poder aquisitivo das pessoas e o avanço tecnológico, têm sido os principais fatores para o aumento do consumo de energia elétrica no mundo. (WAENGA; PINTO, 2016).

Em uma estimativa de tendência de consumo desenvolvido pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE), demonstra-se um crescimento em média de 3,6% ao ano de 2021 até 2025, tendo o consumo industrial, residencial e comercial apresentando uma taxa média de crescimento de 3,2%, 3,1% e 4,6% ao ano, respectivamente. (EPE, 2021).

O estado do Paraná é um importante componente da matriz energética brasileira devido à sua diversificada geografia que favorece a geração de energia. O estado é um dos maiores produtores de energia do Brasil, produzindo principalmente por meio de fontes renováveis, como, por exemplo, a Itaipu, que é a maior usina geradora de energia limpa e renovável do planeta. (TIEPOLO et al., 2014).

O modelo de geração distribuída de energia elétrica, que tem como característica a produção de energia próxima ou integrada aos seus consumidores, mostra-se como uma tendência promissora em resposta à crescente demanda por energia elétrica e à busca de tecnologias mais eficientes para o processo de geração. O modelo permite uma maior eficiência energética e geração de energia com menor impacto ambiental. Além disso, tem como característica permitir a redução dos custos ao consumidor. (SOCCOL et al., 2016).

Diante da relevância do tema no contexto paranaense em virtude de sua promissora contribuição para o sistema energético nacional, o estudo se propõe a responder à seguinte questão: como a geração distribuída de energia elétrica se concentra espacialmente no estado do Paraná no período entre 2021 e 2023?

Com essa problemática, a hipótese formulada parte do pressuposto de que a região oeste do estado do Paraná detém a maior concentração espacial de potência instalada de geração distribuída, podendo estar relacionado a fatores como maior densidade populacional, perfil socioeconômico favorável, disponibilidade de recursos naturais e políticas públicas de incentivos mais eficientes.

A pesquisa tem por objetivo principal identificar como a geração distribuída de energia elétrica se concentra espacialmente no estado do Paraná no período entre 2021 e 2023. Os objetivos específicos são: identificar a potência total instalada por município; analisar a potência total instalada por cem mil habitantes; analisar a potência total instalada por quilômetros quadrados; mensurar a potência instalada por classe de consumo, fonte e modalidade de geração e identificar a potência total instalada por mesorregiões do estado do Paraná.

O estudo justifica-se devido à importância e ausência de estudos voltados a identificar o panorama da geração distribuída de energia elétrica no estado do Paraná, levando em consideração as características geográficas, ambientais, sociais e econômicas de cada região. O Paraná é um dos estados mais populosos do Brasil, e possui uma industrialização pujante, necessitando uma grande demanda por energia elétrica. O estudo permite ainda servir de referência para outros estudos acadêmicos, contribuindo para a inovação e investimentos na produção de energia limpa.

A pesquisa é de natureza exploratória e descritiva com abordagem quantitativa, apoiada na pesquisa bibliográfica realizada a partir de uma revisão de literatura sobre geração distribuída e de suas contribuições para o desenvolvimento sustentável. Os dados utilizados na pesquisa referem-se às unidades com geração distribuída no estado do Paraná, obtidos através de levantamento documental em dados secundários da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL).

Para obtenção dos objetivos da pesquisa foi utilizado o software QGIS na análise da distribuição espacial da geração distribuída no estado do Paraná, sendo utilizados mapas da potência total instalada por municípios, por cem mil habitantes e por quilômetros quadrados, além de realizar a análise por classe de consumo, fonte de geração, modalidade de geração e por mesorregião no estado.

O presente estudo está dividido em cinco partes, incluindo esta introdução. Na segunda parte, será abordada a revisão de literatura existente sobre geração distribuída de energia elétrica, desenvolvimento sustentável, sustentabilidade e o panorama energético do Brasil e do Paraná. Na terceira parte serão apresentados os procedimentos metodológicos. Na quarta, os resultados e discussões serão apresentados. E por fim, as considerações finais.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Entender os panoramas relativos ao setor elétrico é de extrema importância, especialmente quando se trata das novas tecnologias existentes de geração de energia. Esta análise permite entender o panorama energético e como uma proposta voltada à produção de eletricidade de forma alternativa, por meio de sistemas de geração distribuída, pode se inserir neste contexto, contribuindo para o desenvolvimento sustentável e para a sustentabilidade ambiental. Portanto, este presente capítulo tem como objetivo apresentar teoricamente a integração de tecnologias de geração e sustentabilidade no setor elétrico. Desta forma, foi dividida em cinco (5) seções seguintes: desenvolvimento sustentável e sustentabilidade; políticas públicas do setor de energia; eficiência energética; geração distribuída de energia elétrica e panorama energético brasileiro.

2.1 Desenvolvimento sustentável e sustentabilidade

Os atuais e recorrentes avanços da degradação ambiental têm a capacidade de gerar como consequências não só o desequilíbrio no ecossistema, mas também têm a capacidade de prejudicar a existência das gerações futuras. Portanto, é de extrema importância a adoção de meios eficientes que possam solucionar ou reduzir esses impactos. (BROIETTI, 2023).

O desenvolvimento sustentável representa princípios fundamentais na preservação ambiental e impacta diretamente em todos os setores da sociedade. O desenvolvimento sustentável consiste em um processo de aprendizagem em que é direcionado por políticas públicas orientadas por um plano de desenvolvimento nacional e busca alcançar um equilíbrio entre os pilares econômico, social e ambiental. Já a sustentabilidade é reflexo da interação entre o homem e o meio ambiente, principalmente com os problemas existentes que podem deteriorar a relação entre a ecologia e o desenvolvimento econômico, sendo a chave para garantir um futuro próspero e seguro para todos. (CARVALHO, 2019).

Em Estocolmo, na Suécia, preocupados com as questões ambientais da atualidade, o termo desenvolvimento sustentável ganha maior relevância, tendo princípios que englobam as questões ambientais, sociais e econômicas. O desenvolvimento sustentável está preocupado em atender de forma equitativa todas as gerações, pensando nas necessidades de longo prazo. (LUZ; PEIXE, 2017).

Segundo Roma (2019) o termo desenvolvimento sustentável passa a ganhar maior relevância na sociedade através do relatório Nosso Futuro Comum, que caracteriza o desenvolvimento sustentável como sendo aquele que tem por objetivos atender às necessidades da atual geração sem prejudicar a possibilidade de as gerações futuras atenderem às suas próprias necessidades.

O tripé da sustentabilidade, criado por John Elkington no ano de 1990, é considerado um dos principais conceitos-base sobre sustentabilidade. O tema vem ganhando ampla discussão durante os encontros sobre o meio ambiente, na busca de meios para minimizar os impactos ambientais, em especial para os gases de efeito estufa. (MORAES, 2021).

Para Miranda (2023), a sustentabilidade busca o equilíbrio entre as questões ligadas ao meio ambiente e as demandas sociais, sejam elas de produção ou de consumo. Neste sentido, os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) estipulados pela Organização das Nações Unidas (ONU) têm papel fundamental na busca de objetivos globais para o desenvolvimento sustentável.

Diante dos desafios enfrentados pela sociedade na busca de conciliar questões ligadas à sustentabilidade com o crescimento econômico, têm-se buscado meios que estejam alinhados aos 17 objetivos para o equilíbrio ambiental. Essas medidas impactam tanto na garantia de energia limpa e acessível para todos, na redução das emissões de gases de efeito estufa, na promoção de cidades mais resilientes e sustentáveis, além de assegurar padrões de produção e de consumo mais sustentáveis. (SOETHE; BLANCHET, 2020).

Carvalho; Barcellos (2014) argumentam que a Agenda 2030 não se limita ao que é estabelecido nos objetivos para o desenvolvimento sustentável, o qual vai buscar de forma similar meios para alcançar as metas definidas, sendo 17 objetivos e 169 metas que devem abranger questões para o caminho do desenvolvimento sustentável.

Na Figura 1 são apresentados os 17 objetivos de desenvolvimento do milênio desenvolvidos pela ONU. A geração distribuída de energia elétrica está diretamente

alinhada com esses objetivos, desempenhando um papel crucial na promoção da sustentabilidade e da resiliência energética.



Figura 1: 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável

Fonte: ONU (2023)

O modelo tem impacto direto nos objetivos sete, na busca de assegurar para todos energia limpa e acessível, no décimo primeiro, visando tornar as cidades inclusivas, seguras, resilientes e sustentáveis, e no décimo segundo, tendo por objetivo assegurar padrões de produção e de consumo mais sustentáveis. Essas metas destacam a integração dos princípios do desenvolvimento sustentável nas políticas e programas. (ROMA, 2019).

O conceito do desenvolvimento sustentável enfatiza a importância de equilibrar as necessidades das gerações atuais com a preservação dos recursos naturais e o bem-estar das gerações futuras. Com isso, na busca por um futuro mais equitativo e resiliente, torna-se essencial enfrentar os desafios globais, como as mudanças climáticas e a degradação ambiental. (CARVALHO, 2019).

A conjuntura social, econômica e ambiental de uma sociedade capitalista estimula a produção e o consumo desenfreado de bens, gerando conseqüentemente prejuízos ao meio ambiente e a escassez de recursos. O crescimento econômico das nações está diretamente associado ao consumo de energia elétrica, o qual na sua produção é responsável por grande parte das emissões de gases de efeito estufa no mundo. (VASCONCELOS, 2017). Neste sentido, a sustentabilidade e o desenvolvimento sustentável se apresentam como sendo um dos maiores desafios da atualidade.

A sustentabilidade e o desenvolvimento sustentável perfazem um dos maiores desafios enfrentados pela sociedade contemporânea, sobretudo a partir da segunda metade do século XX, quando cientistas ambientais e economistas discutem o impasse entre crescimento econômico, qualidade e manutenção das condições de vida e ameaça de escassez de recursos naturais, na perspectiva intergeracional. Nesse contexto, as práticas alinhadas entre os pilares econômico, social e ambiental fortalece o vínculo do desenvolvimento sustentável, permitindo a preservação dos recursos e garantindo às próximas gerações as mesmas condições que a atual geração possui. (LUZ; PEIXE, 2017, p. 2).

Essa intensificação das alterações do meio ambiente produzidas pela sociedade, para a obtenção de energia, tem gerado sérios impactos ambientais, através do aumento do efeito estufa, dos desmatamentos e da poluição atmosférica. Desta forma, fica evidente a importância do desenvolvimento sustentável e da sustentabilidade na promoção do bem-estar humano, na preservação dos ecossistemas e na garantia de um futuro próspero para as gerações futuras. (CARMONA; KASSAI, 2019).

2.2 Políticas públicas do setor de energia

A degradação ambiental retrata uma ameaça a todo o planeta, pois pode promover o desequilíbrio no ecossistema e prejudicar a existência das gerações futuras. Diante disso, é indispensável a intervenção do Estado na busca de medidas para enfrentar os problemas referentes ao meio ambiente. (TIEPOLO et al., 2016).

Ao longo dos anos, em virtude das drásticas mudanças do clima no planeta, as questões ambientais vêm ganhando maior atenção e a sociedade está cada vez mais consciente do problema que a deterioração ou o uso não sustentável do meio ambiente pode causar para toda a humanidade. Neste sentido, é evidente a importância da ação conjunta da população com os órgãos públicos e privados, através de medidas concretas e eficientes na busca do desenvolvimento sustentável. (BROIETTI, 2023).

Para Gasparin et al. (2021, p. 78), “as políticas públicas de incentivo à utilização de fontes de energia renovável e de eficiência energética são fatores chave para viabilizar o desenvolvimento sustentável.”. Soccol et al. (2016, p. 38) também afirmam que “estabelecer condições favoráveis à utilização da geração distribuída, se faz

necessário a utilização de políticas de incentivo para a promoção das fontes renováveis.”.

Conforme afirma Micheletti et al. (2021), é dever do Estado defender o acesso ao direito ao meio ambiente equilibrado, servindo como agente promotor de políticas públicas ambientais consistentes para a promoção do desenvolvimento sustentável. Esse dever está devidamente expresso na Constituição Federal de 1998, em seu art. 225, caput trazendo que “todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem como de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.”. (BRASIL, 1988).

Segundo Soethe; Blanchet (2020) as políticas públicas e legislações voltadas para a disseminação de meios alternativos para a geração de energia, através de instrumentos que promovam o envolvimento tanto do setor público, quanto do setor privado, têm a capacidade de desempenhar um papel essencial na promoção da sustentabilidade ambiental, como concretizador do desenvolvimento sustentável. Esses instrumentos são de extrema importância na adoção de um ambiente regulatório que incentive os investimentos neste setor, sendo essencial para a entrada de fontes mais limpas e sustentáveis. (BROIETTI, 2023).

A União tem a competência de legislar sobre o tema de energia, sendo tratada na Lei 9.478/97, no Art. 2º, inciso III, em que estabelece como uma das atribuições do Conselho Nacional de Política Energética (CNPE) “rever periodicamente as matrizes energéticas das diferentes regiões do país, considerando as fontes convencionais e alternativas e as tecnologias disponíveis”. (BRASIL, 1997).

O modelo de geração distribuída tende a ser o mais visado para a geração de energia limpa e renovável, na busca de atender a requisitos ambientais de redução de emissão de gases de efeito estufa. Os incentivos governamentais têm a capacidade de adaptar e alavancar este modelo, proporcionando o fortalecimento da segurança energética e a criação de novos modelos de negócios e serviços energéticos. (BROIETTI, 2023).

A ação conjunta dos diversos agentes é importante para a migração de um futuro com energia limpa e renovável, com o estabelecimento de meios modernos e inovadores para a exploração de novas formas de geração. As políticas públicas adotadas têm a capacidade de propiciar um ambiente favorável, permitindo que esse

modelo se torne viável e representativo na matriz energética brasileira. (KERKHOFF et al., 2015).

Em países desenvolvidos como China e Índia, as políticas públicas voltadas para o sistema elétrico têm proporcionado resultados surpreendentes, impactando na redução da intensidade energética.

Também nos principais países em desenvolvimento, tais como China e Índia, observa-se uma diminuição na intensidade energética na última década, apesar da transferência de diversas indústrias energéticas para estes países no mesmo período, graças a políticas públicas e outros esforços para o aumento da eficiência. (GRIEBENOW; OHARA, 2019, p. 65).

Portanto, regularizações claras e estáveis conseguem propiciar um ambiente para o desenvolvimento sustentável. Isso proporciona confiança aos investidores e impulsiona a expansão do setor, contribuindo para a diversificação da matriz energética e para a mitigação dos impactos ambientais associados à geração de energia elétrica.

Dentre as políticas voltadas ao setor elétrico no Brasil, destacam-se o Plano Nacional de Eficiência Energética (PNEf); o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL); o Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE); além do Programa de eficiência energética da Aneel (PEE) e a Lei de Eficiência Energética (lei nº 10.295 de 17 de outubro de 2001). (MORAES, 2021).

Com o objetivo de ampliar e disseminar o estímulo da geração de energia pelos próprios consumidores, através de fontes renováveis, foi criado em 2015 pelo Ministério de Minas e Energia o Programa de Desenvolvimento da Geração Distribuída (ProGD). (JUNIOR et al., 2021). Esse programa vem disponibilizando linhas de crédito para empresas e investidores que se interessarem pela geração distribuída, sendo inclusive, apoiado por bancos com recursos e taxas diferenciadas nos projetos de instalação de fontes renováveis em escolas e hospitais públicos. (PEREIRA, 2019).

Os estudos voltados para o planejamento energético têm a capacidade de auxiliar no desenvolvimento de políticas públicas mais eficazes, promovendo não só a universalização da energia, como também a redução de seus custos e dos impactos ambientais.

Daí a importância do desenvolvimento de estudos para o planejamento energético de longo prazo, mediante os quais, com base no diagnóstico do

quadro econômico e energético internacional e doméstico, podem-se identificar tendências e elementos que permitem orientar a definição de políticas públicas voltadas a assegurar uma disponibilidade energética adequada, a universalização do acesso à energia, o uso mais eficiente desse recurso, a minimização de seus custos e sua sustentabilidade ambiental. (TOLMASQUIM et al., 2007, p. 69).

Essa coordenação entre diferentes atores e níveis de governo é fundamental para garantir a eficácia das políticas públicas e legislações relacionadas à geração distribuída. Isso requer mecanismos de governança transparentes e participativos, que promovam o diálogo e a cooperação entre todos os envolvidos no processo de elaboração e implementação de políticas. (GASPARIN et al., 2021).

Altoé et al. (2022) trazem ótimas indagações sobre políticas públicas voltadas à geração de energia renovável, sugerindo compor nas leis de ICMS Ecológico no Brasil o modelo de geração de energia renovável e que promovem a eficiência energética, visando incentivar o uso de meios mais sustentáveis nos municípios. Essa medida permite que os governos estaduais destinem parte do ICMS para municípios que promovem ações de conservação do meio ambiente e melhoria da qualidade de vida humana. Com isso, dentre os diversos benefícios desta medida, tem-se a redução das emissões de gases causadores do efeito estufa provenientes do setor energético brasileiro.

2.3 Eficiência energética

A eficiência energética pode ser alcançada por meio de medidas como o uso mais eficiente de tecnologias, a otimização de processos industriais e a adoção de práticas de conservação de energia. Medidas como a etiquetagem, inteligência artificial e métodos de controle de emissão de gases de efeito estufa são exemplos práticos que têm surtido efeito no intuito de reduzir os impactos ambientais, tendo um maior aproveitamento de recursos. (LIMA, 2022). Neste cenário, a geração distribuída proporciona a mitigação dos impactos ambientais, seja através de sistemas fotovoltaicos, turbinas eólicas de pequena escala e pequenas centrais hidrelétricas, ou de sistemas de cogeração, entre outros. (MACHADO, 2016).

O modelo de geração distribuída não só oferece uma energia limpa por intermédio de fontes renováveis que cada região detém, mas também permite ser

concretizador de demandas básicas da sociedade, servindo como meio difusor para a promoção da universalização do acesso à energia, redução das emissões de carbono, além de estar alinhado aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU. (CARVALHO; BARCELLOS, 2014).

Representa um meio eficaz de otimizar o uso de recursos energéticos finitos e mitigar os impactos ambientais associados à produção de energia. Ao reduzir o consumo de energia, a eficiência energética contribui para a redução das emissões de gases de efeito estufa e para a promoção da sustentabilidade. (MIRANDA, 2013). Neste sentido, tendo em vista a contribuição do modelo para a adoção de meios mais eficientes no consumo da energia elétrica, faz-se necessário a adoção de regulações eficientes que promovam o seu crescimento.

Com um crescimento acelerado da geração distribuída, com mais ações direcionadas à eficiência energética e a propagação dos sistemas de armazenamento, os efeitos alcançaram uma dimensão maior e será necessário geri-los de forma a não sobrepujar os consumidores finais e os outros agentes envolvidos. (BAJAY et al., 2018, p. 21).

Portanto, o modelo surge como uma ferramenta essencial na transição para um sistema energético mais sustentável e resiliente, proporcionando a descentralização da produção de energia, fazendo com que haja uma menor dependência de grandes usinas. Por sua vez, a eficiência energética oferece uma abordagem eficaz para reduzir o consumo de energia e mitigar os impactos ambientais associados à produção de energia. (LIMA, 2022).

A combinação de eficiência energética e geração distribuída permite reduzir significativamente os custos da energia e aumentar a resiliência do sistema elétrico. A geração distribuída oferece uma série de benefícios, incluindo a redução das perdas de transmissão, a promoção da segurança energética e a criação de empregos locais. (GRIEBENOW; OHARA, 2019). Ao integrar fontes de energia renovável na matriz energética, se tem a redução da fatura de energia elétrica para novos entrantes.

No curto prazo, a redução da fatura de energia elétrica de novos entrantes no mercado livre tende a desestimular a autoprodução e medidas visando ganhos de eficiência energética. No médio e longo prazo esse cenário pode ser revertido, dependendo da evolução dos preços no mercado livre e dos custos da geração distribuída e dos ganhos de eficiência energética. (BAJAY et al., 2018, p. 15).

Estes dois conceitos desempenham papel primordial na construção de um sistema energético mais sustentável, seguro e acessível. A junção de ambos pode oferecer benefícios significativos em termos de redução de custos, segurança energética e mitigação das mudanças climáticas.

No entanto, vale ressaltar a importância de se considerar os desafios e oportunidades associados à sua implementação em diferentes contextos sociais, econômicos e políticos. A implantação no cotidiano desses conceitos requer políticas e legislação apropriada, aumentando os investimentos em infraestrutura e tecnologias inovadoras, além do engajamento ativo de diversos atores da sociedade. (TOLMASQUIM et al., 2007).

2.4 Geração distribuída de energia elétrica

No Brasil, espera-se ao longo das próximas décadas um forte crescimento do consumo de energia, e apesar de possuir uma matriz elétrica relativamente limpa, em comparação com outros países, o Brasil se depara com um grande desafio para manter ou reduzir o nível de emissões de gases de efeito estufa do setor elétrico, dadas as restrições para a construção de novas hidrelétricas. (GRIEBENOW; OHARA, 2019).

Em um cenário de urgência para adoção de medidas para tentar frear o aquecimento global do planeta, o modelo de geração distribuída de energia elétrica (GD) surge como alternativa eficaz ao otimizar o uso de recursos energéticos finitos e mitigar os impactos ambientais associados à produção de energia. (TIEPOLO et al., 2014).

Neste sentido, o modelo de geração distribuída apresenta um papel fundamental para diminuir a dependência por combustíveis fósseis, reduzindo consideravelmente as emissões de gases de efeito estufa. Ao descentralizar a produção de energia, promove uma maior diversificação de fontes, auxiliando para uma melhor segurança energética, além de contribuir para a eficiência energética. (JUNIOR et al., 2021). Na Figura 2, observa-se o preocupante nível das emissões de GEE brasileiras do setor de energia ao longo dos anos, demonstrando uma tendência crescente.

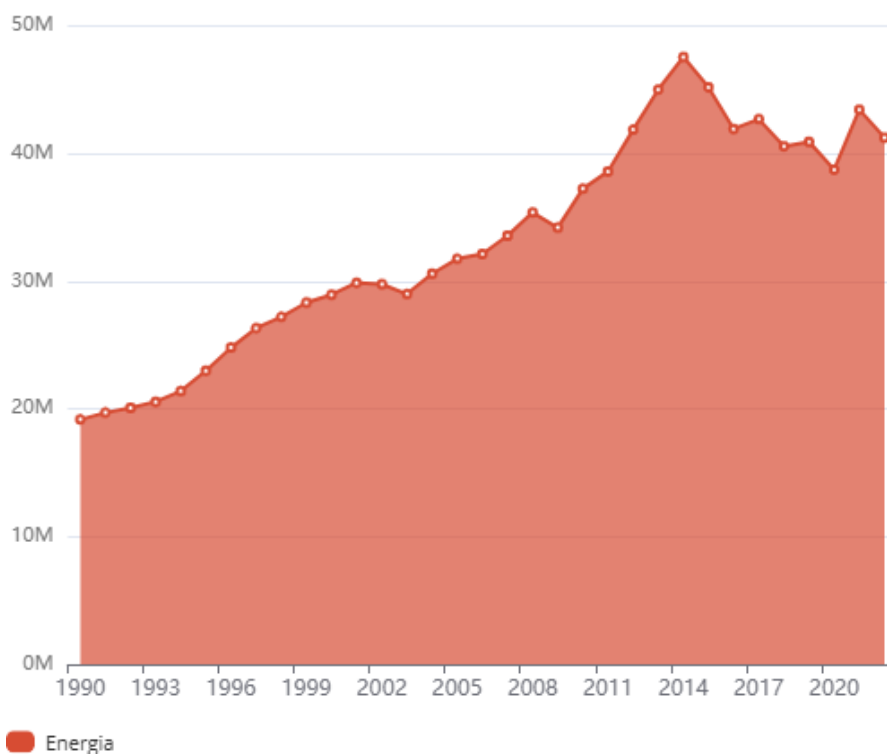


Figura 2: Emissões brasileiras de gases de efeito estufa do setor de energia (Mt)
 Fonte: SEEG (2024)

Frente aos problemas associados ao modelo tradicional de geração centralizada de energia elétrica (GC), a geração distribuída denota-se como sendo peça fundamental no quebra-cabeça da transição energética, oferecendo uma alternativa viável e sustentável, além de desempenhar um papel crucial na construção de um futuro energético mais limpo e resiliente, ao empoderar os consumidores a promover a adoção de energias renováveis. (SANTOS, 2019). O modelo se torna ainda mais evidente diante das incertezas relacionadas à disponibilidade de água nos reservatórios e às crescentes preocupações climáticas no planeta. (RODRIGUES et al., 2007).

Para Dias (2005), o modelo representa uma mudança fundamental no paradigma energético, onde a produção de energia deixa de ser canalizada em usinas hidrelétricas e termelétricas, para ser dispersa em uma rede de pequenos geradores distribuídos, reduzindo com isso problemas de interrupções no fornecimento, perdas de transmissão e emissões significativas de gases de efeito estufa.

Essa descentralização apresenta-se como meio mais eficiente e sustentável, ao não necessitar de extensas áreas, sendo uma opção mais atraente, com potencial de promover maior eficiência, resiliência e sustentabilidade no sistema elétrico, permitindo uma maior participação dos consumidores na produção de sua própria

energia. (PEREIRA, 2019). Essa mudança de paradigma tem implicações significativas para a infraestrutura elétrica, na redução de custos, flexibilidade operacional e viabilidade da sua implantação. (RODRIGUES et al., 2007).

Dentre os maiores produtores de energia por meio da geração distribuída, como se pode observar na Figura 3, o estado do Paraná ocupa a quarta posição, ficando atrás dos estados de São Paulo, Minas Gerais e Rio Grande do Sul.



Figura 3: Ranking estadual de geração distribuída 2024

Fonte: ABSOLAR (2024)

Segundo Tiepolo et al. (2014), o estado do Paraná se comparado com países como Alemanha, Itália e Espanha, apresenta um grande potencial para a geração distribuída, em especial para a geração de energia fotovoltaica. A geografia do estado é bastante propícia, com grande incidência solar, podendo ser alternativa para espaços antes desocupados ou inapropriados para a cultura de outras atividades.

O surgimento da GD se deu por volta do final do século XIX, na utilização de pequenos geradores a vapor para a geração de energia para locais específicos. No processo de transição energética, o desenvolvimento tecnológico é um forte aliado, permitindo a aplicação em residências individuais ou instalações industriais. (MICHELETTI et al., 2021). No Brasil, a geração distribuída foi definida de forma oficial

através do Decreto nº 5.163 de 30 de julho de 2004, em que é definida no art. 14 da seguinte forma:

Para os fins deste Decreto, 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. Parágrafo único. Os empreendimentos termelétricos que utilizem biomassa ou resíduos de processo como combustível não estarão limitados ao percentual de eficiência energética prevista no inciso II do caput. (BRASIL, 2004).

No ano de 2012, a geração distribuída ganhou impulso no Brasil com a entrada em vigor da Resolução Normativa da ANEEL nº 482/2012, que buscou “estabelecer as condições gerais para o acesso de microgeração e minigeração distribuídas aos sistemas de distribuição de energia elétrica e o sistema de compensação de energia elétrica, e dá outras providências.”. Desta forma, permitiu que os consumidores brasileiros gerarem sua própria energia elétrica, seja a partir de fontes renováveis ou cogeração qualificada. (ANEEL, 2012). A resolução normativa Nº 1.059, de 7 de fevereiro de 2023, divide a geração distribuída em microgeração e minigeração de acordo com a potência instalada.

Microgeração, que possua potência instalada em corrente alternada menor ou igual a 75 kW e minigeração plantas que possua potência instalada em corrente alternada maior que 75 kW e menor ou igual a 5 MW para as centrais geradoras de fontes despachados; 3 MW para as demais fontes não enquadradas como centrais geradoras de fontes despachados; ou 5 MW para unidades consumidoras já conectadas em 7 de janeiro de 2022 ou que protocolarem solicitação de orçamento de conexão. (ANEEL, 2023).

Junior et al. (2021, p. 46), descreve a geração distribuída como sendo “uma fonte de energia elétrica conectada diretamente à rede de distribuição e situada no próprio consumidor”. O termo surge como alternativa promissora e necessária para a obtenção de uma energia limpa e renovável. Esse método visa descentralizar a produção de energia, permitindo que a eletricidade seja gerada localmente, em pequena escala e próxima aos pontos de consumo. (SANTOS; SANTOS, 2008).

No Brasil, como afirma Waenga; Pinto (2016), as legislações e políticas públicas do setor seguem em constante evolução, se atualizando ao longo do tempo em resposta às necessidades e oportunidades, através do desenvolvimento de novas fontes de energia renovável, como a energia solar fotovoltaica, eólica e biomassa.

Desde suas origens até hoje, a geração distribuída continua a desempenhar um papel crucial na substituição de fontes como o petróleo e carvão, contribuindo para uma maior eficiência energética.

2.5 Panorama energético

A disponibilidade de energia elétrica implica diretamente no desenvolvimento econômico de uma região. O aperfeiçoamento de fontes alternativas e renováveis de geração tem impacto significativo nas questões ambientais, econômicas, tecnológicas e sociais, impactando na geração de empregos, no aumento da renda e no acesso à energia. (CARMONA; KASSAI, 2019).

Desde os primórdios da humanidade, a energia passou a ser utilizada de diferentes formas, sendo essencial para realizar as tarefas diárias e garantir a sobrevivência humana. A evolução do uso da energia se iniciou através da força muscular, passando por períodos da revolução agrícola, da navegação à vela, lenha e tecnologia hidráulica, na revolução industrial, era do petróleo e na atualidade por meio das fontes alternativas. (MIRANDA, 2023).

A energia segue em um processo constante de evolução ao longo das décadas, tendo o incremento maciço de novas tecnologias. Essas evoluções não impactam somente o fornecimento da energia, mas também envolvem um amplo aspecto social, na promoção equitativa, justa e democrática do acesso à energia. (GONZÁLEZ, 2021).

No cenário brasileiro, o modelo predominante é o de geração centralizada (GC), o qual é composto por centrais de produção de energia elétrica, subestações de transformação e de interligação, linhas de transmissão e de distribuição capazes de gerar, transmitir e distribuir a energia elétrica. Esse método necessita de um sistema elétrico de potência (SEP) robusto, que seja capaz de fornecer energia elétrica com qualidade e no instante em que é solicitado, tanto para grandes e pequenos consumidores. (RODRIGUES et al., 2007).

Neste modelo, a energia é produzida de forma secundária a partir de diferentes fontes primárias, por meio de grandes usinas, utilizando uma extensa linha de transmissão e uma grande área para sua geração. Esse modelo, apesar de

predominante no Brasil, traz incertezas referentes ao nível dos reservatórios, na transmissão, além dos diversos problemas ambientais ocasionados pelo alagamento de grandes áreas e no uso de combustíveis fósseis. (DIAS, 2005).

Como se pode observar na Figura 4, a matriz energética brasileira é predominantemente hidrelétrica (47,8%), seguida por solar fotovoltaica (18,2%), e eólica (13,0%).



Figura 4: Matriz elétrica brasileira 2024

Fonte: ABSOLAR (2024)

A região Sul do Brasil se destaca como um dos grandes produtores de energia do país, ficando atrás somente da região Sudeste. (MORAES, 2021). Especificamente, o estado do Paraná detém aproximadamente 93% da sua geração de energia por meio de hidrelétricas, sendo destaque entre os estados do país. (TIEPOLO et al., 2014).

A dependência por fontes hidrelétricas gera uma maior insegurança no sistema energético, além de impactar de forma negativa toda a fauna e flora local. O modelo de geração centralizada por intermédio de fontes hidrelétricas, apesar de renovável, ocasiona significativos impactos ambientais, necessitando com isso a adoção de fontes alternativas, que possibilitem uma segurança energética em situações de acidentes naturais. (SOETHE; BLANCHET, 2020).

Ao contrário do modelo centralizado, a geração distribuída (GD) utiliza uma infinidade de fontes de energia, como solar, eólica, hidrelétrica, biomassa, e outras, instaladas em pequena escala em residências, empresas, edifícios comerciais e instalações industriais. (MICHELETTI et al., 2021).

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Neste tópico, apresentam-se os procedimentos metodológicos, nos quais serão abordadas a caracterização da amostra do estudo, além da coleta e análise das variáveis. Portanto, este presente capítulo é dividido em duas seções. Na primeira seção, a caracterização da pesquisa é apresentada. Na segunda seção, o procedimento da coleta e da análise dos dados da pesquisa será detalhado.

3.1 A caracterização da pesquisa

Os procedimentos metodológicos empregados permitem classificar o presente estudo como descritivo, exploratório e bibliográfico. Conforme Ternoski (2022), a pesquisa exploratória tem por objetivo obter uma maior familiaridade com o tema proposto, permitindo melhor entendimento e formulação da hipótese de estudo. O método visa a exploração e o esclarecimento de ideias e conceitos referentes a um determinado assunto ainda pouco explorado, permitindo desta forma, que posteriormente sirva de referência para estudos mais aprofundados.



Figura 5: Divisão política do estado do Paraná 2010
Fonte: IPARDES (2024a)

Como delimitação do campo de pesquisa, foi utilizado o estado do Paraná, sendo considerados na pesquisa os 399 municípios. Na Figura 5, é possível observar o mapa da divisão política do estado do Paraná do ano de 2010.

Foi utilizada a técnica documental para a coleta dos dados, e quanto a tipologia da abordagem do problema de pesquisa é quantitativa, por meio da análise dos resultados, método que permite identificar, por meio de análises estatísticas, a potência instalada de geração distribuída de energia elétrica nos municípios do estado do Paraná entre o período de 2021 a 2023. Para Gil (2002, p. 90), no método quantitativo, “os dados são organizados em tabelas e permitem o teste das hipóteses estatísticas”.

Na revisão teórica, a presente pesquisa será embasada no levantamento bibliográfico sobre geração distribuída de energia elétrica e desenvolvimento sustentável, com enfoque nos municípios do estado do Paraná. Para tanto, buscou-se consultar trabalhos acadêmicos, periódicos científicos, relatórios governamentais e documentos técnicos.

A pesquisa bibliográfica consiste em um levantamento da literatura já publicada em livros, artigos de revistas, teses, dissertações, monografias, etc. Neste método, busca-se estabelecer um diálogo entre a teoria e o objeto de análise, permitindo com isso obter uma abrangência maior sobre o tema de estudo, o qual servirá de base para o andamento da pesquisa. (TERNOSKI, 2022).

3.2 A coleta e análise das variáveis

Para a realização das análises dos objetivos do trabalho, sobre a geração distribuída nos municípios paranaenses no período entre 2021 e 2023, serão utilizados como principais variáveis os dados de potência instalada (kW) das unidades com geração distribuída do estado do Paraná, coletados a partir da base de dados disponível no site da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL).

O período de estudo será entre os anos de 2021 a 2023, sendo selecionado devido a disponibilidade de dados das unidades com geração distribuída nos municípios do estado do Paraná. Apesar de a geração distribuída se iniciar no ano de 2004 no Brasil, através do Decreto nº 5.163 de 30 de julho de 2004, no estado do

Paraná, todos os municípios passam a ter a geração distribuída a partir do dia 18 de dezembro de 2021, segundo o que foi apurado junto aos dados fornecidos no site da ANEEL.

Os municípios de Doutor Ulysses e Porto Amazonas passam a constar no sistema da ANEEL a partir do ano de 2021. Desta forma, o período selecionado tem por objetivo abranger todos os municípios do estado, permitindo com que a análise descritiva seja mais equitativa e de melhor comparabilidade.

Os dados foram tabulados em planilha de Excel e divididos por classe (residencial, comercial, industrial, rural, poder público, serviço público e iluminação pública); fonte (biogás resíduos animais (RA), biogás resíduos urbanos (RU), biogás resíduos agroindustriais (AGR), biogás floresta, bagaço de cana-de-açúcar, potencial hidráulico, radiação solar e resíduos florestais) e por modalidade (autoconsumo remoto, geração compartilhada, geração na própria unidade consumidora e múltiplas unidades consumidoras).

Será utilizada a estatística descritiva na apresentação e análise dos dados sobre as unidades com geração distribuída nos municípios do estado do Paraná. Para Sampaio et al. (2019), a estatística descritiva tem a finalidade de coletar, organizar e apresentar os dados, permitindo uma melhor descrição dos resultados a partir do uso de gráficos, diagramas e tabelas, os quais resumem as informações de um conjunto maior de dados, permitindo destacar aqueles mais relevantes para a pesquisa.

Com isso, foi utilizado o ferramental QGIS para a análise espacial por meio de mapas de quantil, permitindo a identificação da potência total instalada por município, por cem mil habitantes, por quilômetros quadrados, por classes de consumo, por fontes de geração e por modalidades de geração, além de analisar a potência total instalada por mesorregiões do estado do Paraná. Esses mapas são ferramentas eficazes para identificar aglomerações e padrões espaciais de potência instalada, permitindo uma análise mais precisa das concentrações de geração distribuída em distintas regiões do estado.

A análise da potência total instalada (kW) de geração distribuída por mesorregião no estado do Paraná proporciona uma visão detalhada da distribuição regional. Já as análises da potência total instalada por cem mil habitantes e por quilômetros quadrados permitem avaliar a eficiência e a densidade da geração distribuída em relação à população e à área territorial.

Essas análises integradas oferecem uma visão completa do panorama da geração distribuída no Paraná, contribuindo para a formulação de estratégias e políticas públicas voltadas à promoção de uma matriz energética mais sustentável e equilibrada.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

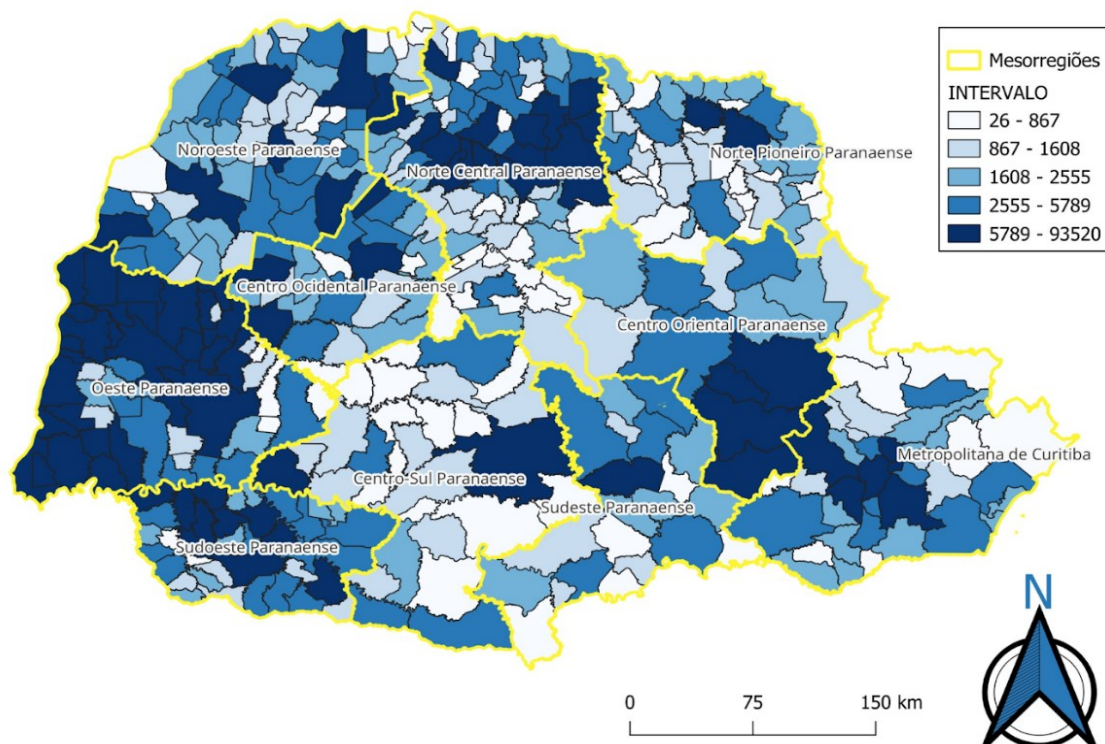
As investigações deste trabalho focaram na soma da potência instalada de geração distribuída nos municípios paranaenses durante o período entre 2021 e 2023. Para uma compreensão abrangente das características e tendências da geração distribuída em diferentes contextos regionais, a investigação é dividida em sete (7) seções seguintes: potência total instalada de geração distribuída por municípios paranaenses; potência total instalada de geração distribuída por cem mil habitantes nos municípios paranaenses; potência total instalada de geração distribuída por quilômetros quadrados nos municípios paranaenses; potência total instalada de geração distribuída por classe de consumo no estado do Paraná; potência total instalada de geração distribuída por fonte de geração no estado do Paraná; potência total instalada de geração distribuída por modalidade de geração no estado do Paraná e Potência total instalada de geração distribuída por mesorregião no estado do Paraná.

4.1 Potência total instalada de geração distribuída por municípios paranaenses

O crescimento econômico, social e ambiental de uma área está diretamente relacionado com a disponibilidade de energia elétrica, sendo fundamental para o bom desempenho dos diversos setores. A demanda por energia tem se elevado devido a mecanização da agricultura e da utilização maciça de eletrodomésticos. Isso levou à busca por novas tecnologias de geração de energia. (CARMONA; KASSAI, 2019).

Neste cenário, a geração distribuída de energia elétrica ganha destaque, ao ter como característica a produção de energia próxima ao ponto de consumo, permitindo com que o próprio consumidor produza a sua energia, em um espaço relativamente pequeno. (PEREIRA, 2019).

No Mapa 1 é apresentado a distribuição da potência total instalada de geração distribuída nos municípios do estado do Paraná no período entre 2021 e 2023. É possível observar a diferença na capacidade instalada de cada município do estado, o que demonstra certas disparidades entre regiões.



Mapa 1: Potência total instalada (kW) por municípios paranaenses

Fonte: Elaborado pelo autor com base em dados obtidos de ANEEL (2024)

Os municípios que se destacam com os maiores resultados de potência instalada são: Foz do Iguaçu, Maringá, Curitiba, Londrina, Toledo e Cascavel. Foz do Iguaçu, Toledo e Cascavel situam-se na mesorregião oeste paranaense, Maringá e Londrina pertencem à mesorregião norte-central e Curitiba está localizada na mesorregião metropolitana de Curitiba.

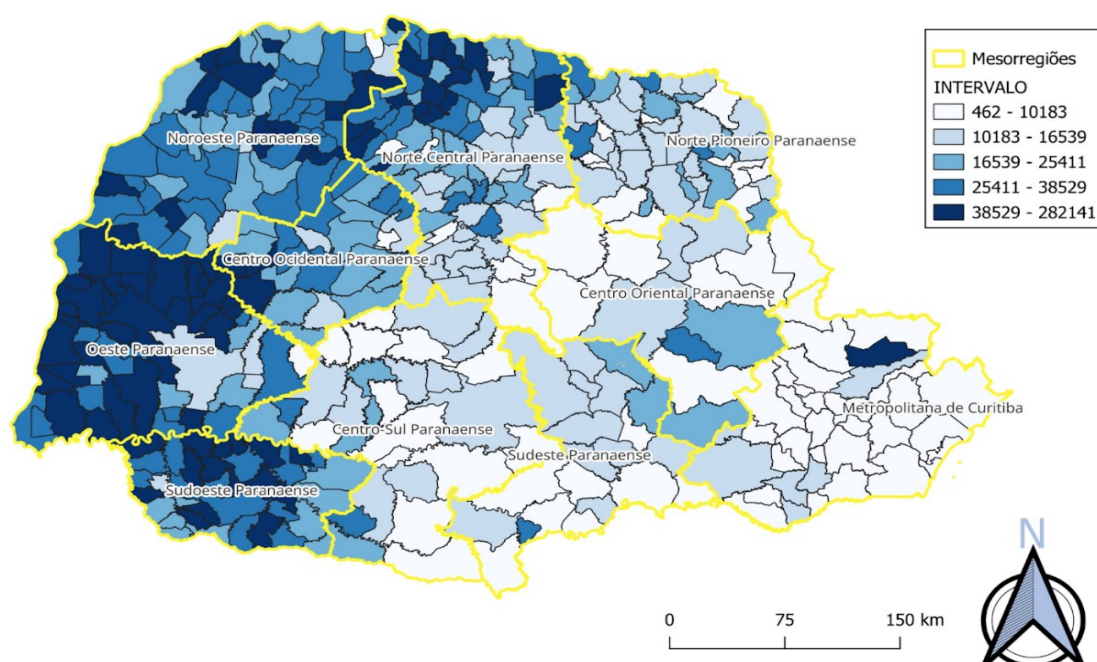
Já os municípios de Doutor Ulysses, Nova América da Colina, Sapopema, Cerro Azul e Guaraqueçaba apresentam os menores resultados. Dentre esses, Doutor Ulysses, Cerro Azul e Guaraqueçaba pertencem à mesorregião metropolitana de Curitiba, enquanto Nova América da Colina e Sapopema estão na mesorregião norte-pioneira.

4.2 Potência total instalada de geração distribuída por cem mil habitantes nos municípios paranaenses

O modelo de geração distribuída não é apenas uma alternativa para a geração de energia, mas também tem a capacidade de auxiliar na democratização do acesso

à energia com menos impactos ambientais, estando de acordo com os objetivos de desenvolvimento sustentável estabelecidos pela ONU. (GONZÁLEZ, 2021). Desta forma, convém analisarmos como o estado do Paraná tem tratado essa questão.

O indicador de potência baseado em 100 mil habitantes fornece uma visão detalhada dos efeitos da geração distribuída em várias regiões. Isso permite identificar municípios com menos habitantes que têm altas capacidades de geração distribuída. O Mapa 2 apresenta a potência total instalada por cem mil habitantes nos municípios paranaenses.



Mapa 2: Potência total instalada (kW) por 100 mil habitantes nos municípios paranaenses
Fonte: Elaborado pelo autor com base em dados obtidos de ANEEL (2024)

Conforme o que se apresenta no Mapa 2, Miraselva, localizada na mesorregião norte-central do Paraná, destaca-se como a cidade com o maior índice de Potência Instalada por 100 mil habitantes, alcançando aproximadamente 283 mil kW a cada cem mil habitantes. Este elevado índice sugere que Miraselva possui uma capacidade de geração distribuída substancial em relação ao seu número de habitantes, o que pode ter um impacto significativo na economia local e nas condições sociais do município.

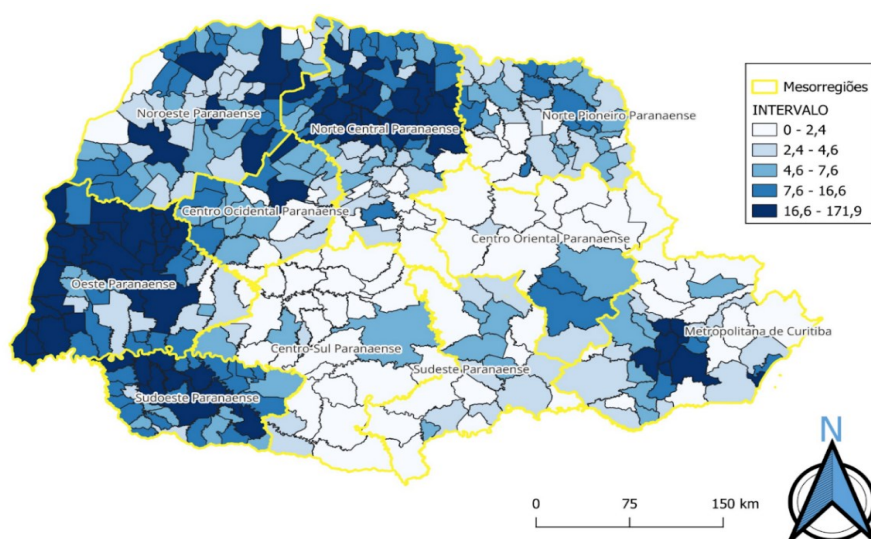
Além de Miraselva, outras cidades da mesorregião oeste paranaense, como Nova Santa Rosa, Quatro Pontes, Pato Bragado, Entre Rios do Oeste, Serranópolis do Iguaçu, Nova Aurora e Itaipulândia, também se destacam com altos índices de potência instalada em relação à sua população.

O indicador de potência instalada por 100 mil habitantes mostra que as cidades das mesorregiões oeste e norte-central se destacam. Isso sugere que esses municípios têm liderado na adoção de tecnologias de geração distribuída, possivelmente devido a incentivos governamentais e abundância de recursos naturais.

Por outro lado, a mesorregião metropolitana de Curitiba concentra a menor capacidade instalada. Os municípios de Doutor Ulysses, Cerro Azul, Antonina, Paranaguá, Rio Branco do Sul, Fazenda Rio Grande e Piraquara apresentam os piores índices, indicando que ainda há um grande potencial a ser explorado nestes municípios.

4.3 Potência total instalada de geração distribuída por quilômetros quadrados nos municípios paranaenses

Um dos objetivos da análise da potência instalada por quilômetro quadrado é determinar a eficiência da geração distribuída em termos de ocupação territorial. Esse indicador ajuda a descobrir como os municípios menores estão usando o espaço disponível para produzir energia renovável, mostrando como eles estão utilizando a terra de forma eficaz. O Mapa 3 apresenta a potência total instalada (kW) dividida pela área territorial de cada município paranaense.



Mapa 3: Potência total instalada (kW) por quilômetros quadrados (km²) nos municípios paranaenses

Fonte: Elaborado pelo autor com base em dados obtidos de ANEEL (2024)

Por meio do Mapa 3, é possível observar que os municípios de Maringá, Curitiba, Foz do Iguaçu, Sarandi, Pinhais, Nova Santa Rosa, Miraselva, Medianeira, Quatro Pontes e Palotina apresentam as maiores concentrações de potência instalada por quilômetro quadrado. Maringá, Sarandi e Miraselva estão localizadas na mesorregião norte-central do estado, Curitiba e Pinhais pertencem à mesorregião metropolitana de Curitiba e Foz do Iguaçu, Nova Santa Rosa, Medianeira, Quatro Pontes e Palotina fazem parte da mesorregião oeste paranaense.

Os municípios como Doutor Ulysses, Guaraqueçaba, Cerro Azul, Coronel Domingos Soares e Adrianópolis apresentam os piores índices de potência instalada por quilômetro quadrado. Coronel Domingos Soares, que pertence à mesorregião sudoeste paranaense, e os demais municípios mencionados, situados na mesorregião metropolitana de Curitiba.

4.4 Potência total instalada de geração distribuída por classe de consumo no estado do Paraná

Na análise da potência instalada por classe de consumo, foram consideradas sete classes distintas de uso de energia: residencial, comercial, industrial, rural, poder público, serviço público e iluminação pública. A Tabela 1 apresenta a potência instalada para cada uma dessas categorias, permitindo uma visão detalhada sobre como a capacidade de geração se distribui entre os setores.

TABELA 1: Potência total instalada (kW) de geração distribuída por classe de consumo no estado do Paraná no período entre 2021 e 2023

Classe de consumo	Quantidade	Potência Instalada (kW)
Residencial	104.417	634.895,18
Comercial	16.996	493.852,95
Industrial	6.199	231.663,37
Rural	26.234	563.239,99
Poder Público	251	16.100,80
Serviço Público	11	1.484,67
Iluminação Pública	2	375
TOTAL	154.110	1.941.611,96

Fonte: Elaborado pelo autor com base em dados obtidos de ANEEL (2024)

Observa-se que as classes que se destacam e merecem maior atenção em termos de potência instalada no estado do Paraná durante o período entre 2021 e 2023 são a residencial, rural, comercial, industrial e poder público, respectivamente. Essa ordem pode estar ligada às características específicas de demanda e ao tamanho da base de consumidores em cada classe.

O Gráfico 1 apresenta a potência total instalada (kW) por classe de consumo no estado do Paraná. No Gráfico 1 é possível visualizar a geração distribuída por classe de consumo no estado. Este permite uma compreensão mais precisa das proporções relativas de cada classe no total da potência instalada, destacando aqueles com maior representatividade.

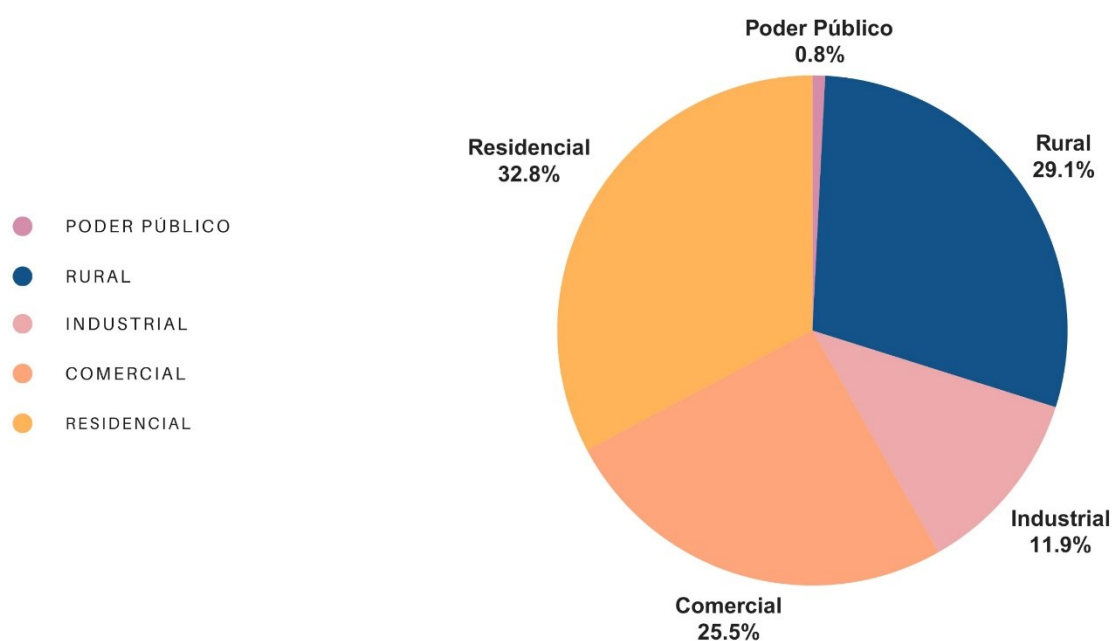


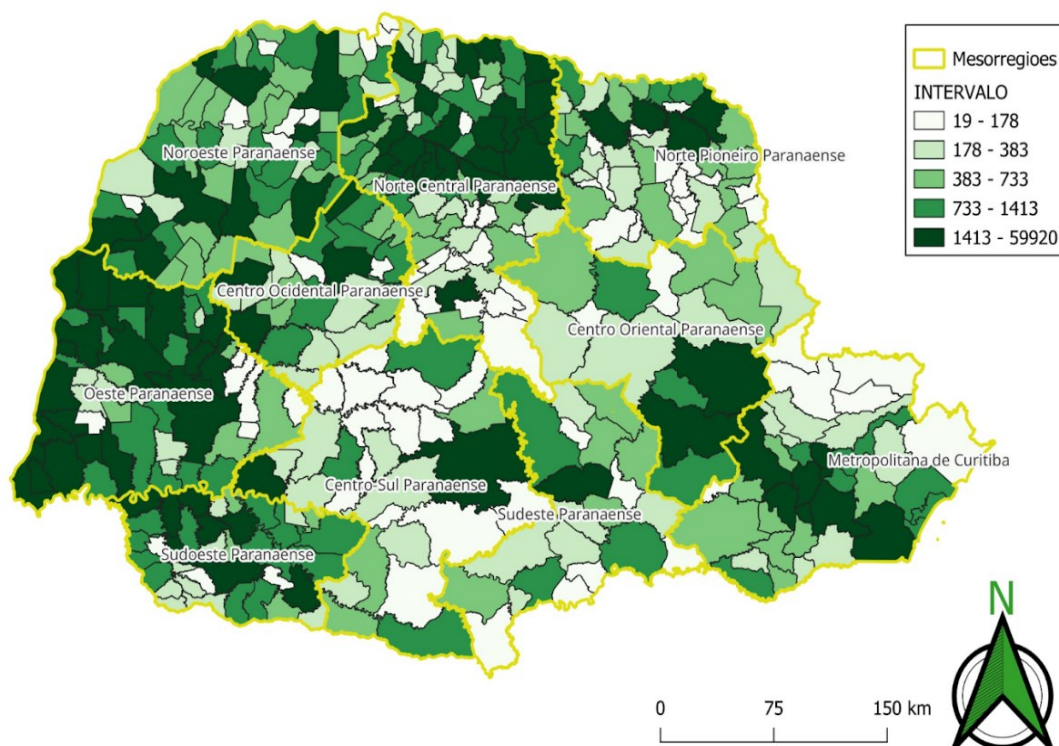
Gráfico 1: Potência total instalada (kW) por classe de consumo no estado do Paraná (%)

Fonte: Elaborado pelo autor com base em dados obtidos de ANEEL (2024)

As classes de consumo residencial, rural, comercial, industrial, poder público, serviço público e iluminação pública apresentam um percentual de 32,8%, 29,1%, 25,5%, 11,9% e 0,8% no período entre 2021 e 2023, respectivamente. Através da análise gráfica, é possível observar que as classes residenciais e rurais juntas representam aproximadamente dois terços do total da potência instalada no estado durante o período mencionado. Esta concentração indica uma forte presença dessas categorias na matriz de geração distribuída e sugere a necessidade de maior foco para direcionar políticas públicas e estratégias.

4.4.1 Residencial

O Mapa 4 traz a distribuição da potência total instalada na classe de consumo residencial no estado do Paraná, fornecendo uma visão específica para o setor residencial em cada município. A análise do mapa revela que os municípios de Foz do Iguaçu, Maringá, Curitiba, Londrina e Cascavel possuem os maiores volumes de potência instalada na classe residencial de geração distribuída no estado do Paraná no período entre 2021 e 2023.



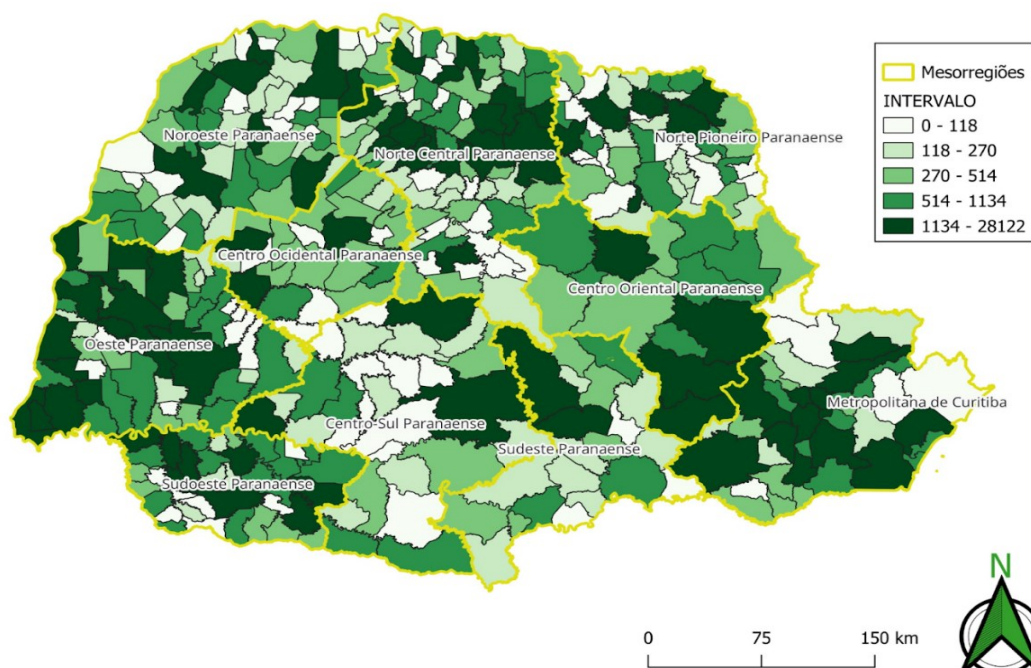
Mapa 4: Potência total instalada (kW) na classe de consumo residencial nos municípios paranaenses

Fonte: Elaborado pelo autor com base em dados obtidos de ANEEL (2024)

A maior parte da potência instalada está na classe residencial, devido à grande quantidade de residências existentes e à alta demanda de energia com eletrodomésticos, aquecimento e iluminação. Como o setor residencial é responsável por uma parte significativa do consumo total de energia do estado, este alto consumo é um componente importante. Como resultado, uma análise do consumo de energia residencial é essencial para compreender o impacto que esse setor tem na quantidade total de energia consumida e para criar políticas públicas.

4.4.2 Comercial

O Mapa 5 fornece uma visão detalhada da potência total instalada na classe de consumo comercial, destacando a capacidade de geração distribuída em cada município para o setor comercial. Os municípios de Curitiba, Maringá, Foz do Iguaçu, Londrina e Cascavel apresentam os maiores resultados.



Mapa 5: Potência total instalada (kW) na classe de consumo comercial nos municípios paranaenses

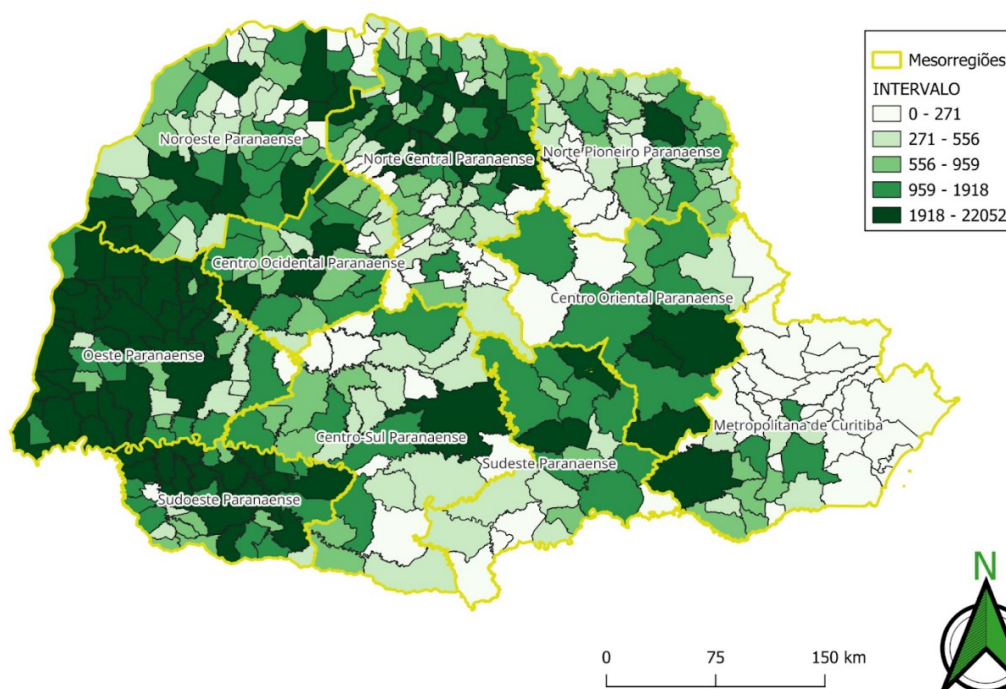
Fonte: Elaborado pelo autor com base em dados obtidos de ANEEL (2024)

O setor comercial, composto por uma variedade de estabelecimentos, como lojas e restaurantes, consome muita energia. A demanda de energia desse setor é expressiva, mas geralmente menor do que as áreas residenciais e rurais. Essa diferença ocorre porque os diferentes setores têm diferentes necessidades e padrões de consumo de energia. A análise minuciosa do consumo de energia dos negócios é essencial para entender as flutuações e planejar estratégias de gestão e eficiência energética adequadas.

A descentralização da produção de energia permite reduzir a dependência de usinas convencionais que dependem de combustíveis fósseis ou de extensas áreas alagadas. Como resultado, o modelo de geração distribuída é uma alternativa vital para a transição para um sistema energético mais sustentável. (LIMA, 2022).

4.4.3 Rural

No Mapa 6, tem-se a potência total instalada na classe de consumo rural do estado do Paraná. Os municípios de Toledo, Marechal Cândido Rondon, Palotina, Nova Aurora e Assis Chateaubriand se destacam com os maiores níveis de instalação de sistemas de geração distribuída para a classe rural no período entre 2021 e 2023.



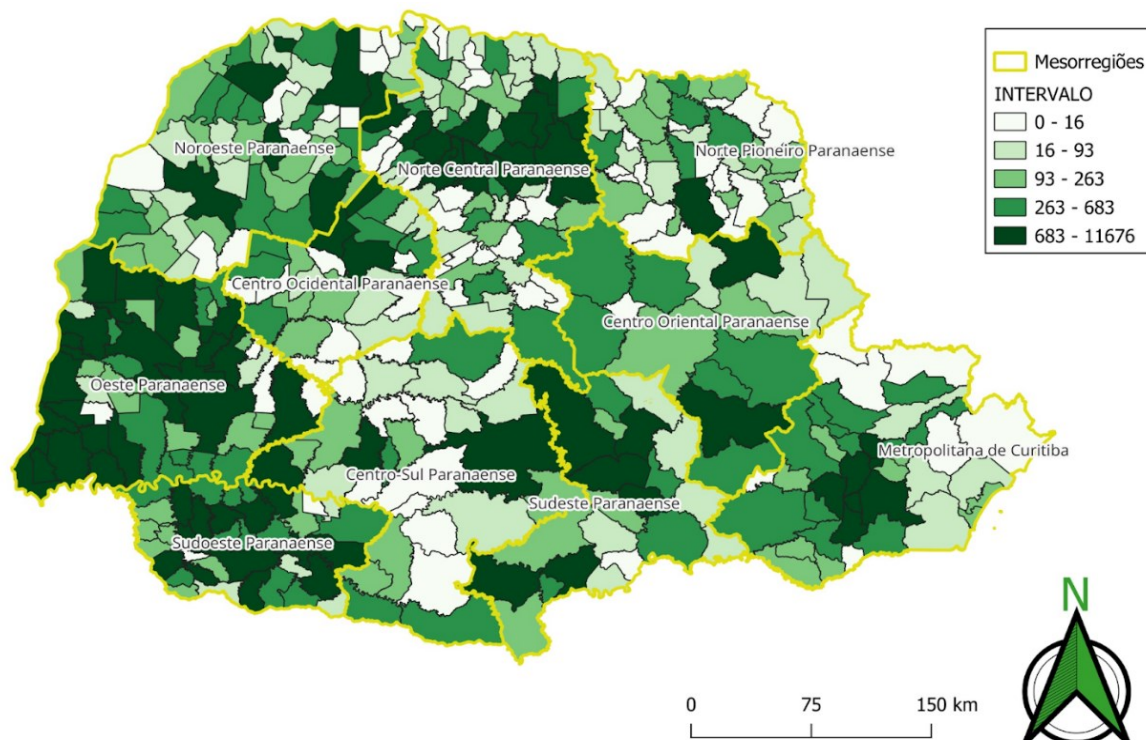
Mapa 6: Potência total instalada (kW) na classe de consumo rural nos municípios paranaenses
 Fonte: Elaborado pelo autor com base em dados obtidos de ANEEL (2024)

Os resultados encontrados podem ser explicados pela grande necessidade de energia nas operações do setor rural, como irrigação e equipamentos agrícolas. O aumento na potência instalada no setor rural indica um crescimento da mecanização nas práticas agrícolas, o que leva a adoção de tecnologias de geração distribuída.

4.4.4 Industrial

O Mapa 7 ilustra a potência total instalada na classe de consumo industrial nos municípios do estado do Paraná. Os municípios de Curitiba, Maringá, Toledo,

Paranavaí e Londrina emergem como os principais centros de instalação de sistemas de geração distribuída na classe industrial durante o período de 2021 a 2023.



Mapa 7: Potência total instalada (kW) na classe de consumo industrial nos municípios paranaenses

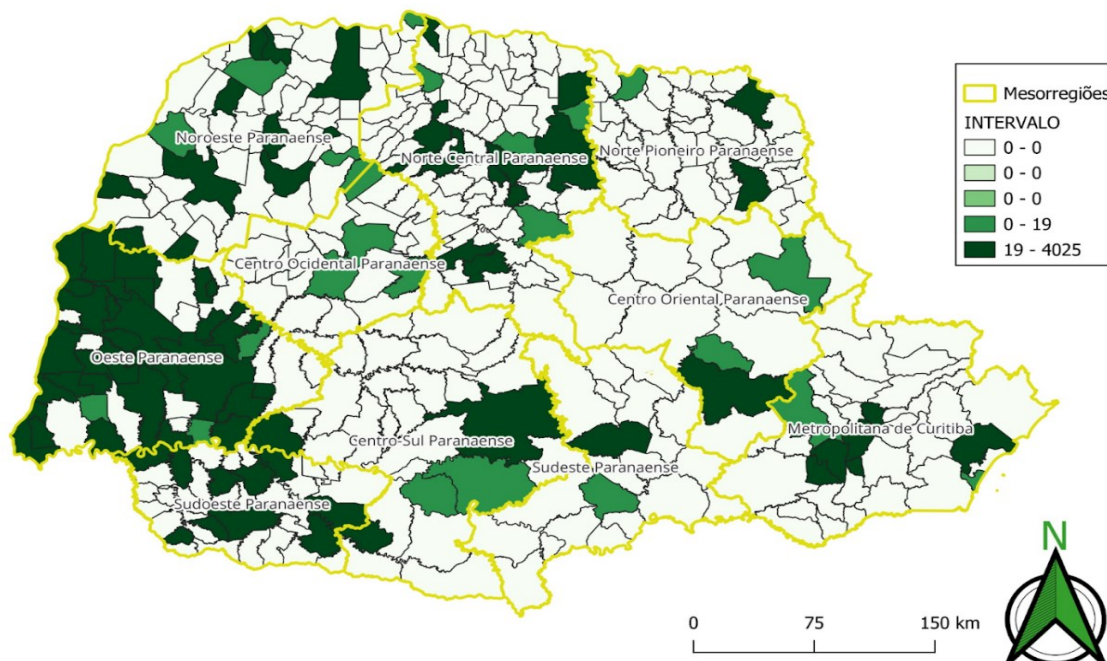
Fonte: Elaborado pelo autor com base em dados obtidos de ANEEL (2024)

A classe industrial reflete uma alta utilização de energia devido à sua alta demanda por operações de manufatura e processos produtivos, embora sua contribuição total seja menor do que a das classes residenciais e rurais. O aumento da poluição do setor produtivo tem causado danos significativos ao meio ambiente, resultando em um aumento do efeito estufa. É necessário tomar medidas concretas para reduzir as emissões desses poluentes, pois o setor industrial tem um papel importante neste problema. (CARMONA; KASSAI, 2019).

4.4.5 Poder Público

O Estado é obrigado a garantir o acesso ao meio ambiente ecologicamente correto e de uso comum a todos, conforme expresso na Constituição Federal, e deve

garantir esse acesso por meio de políticas públicas sólidas. (MICHELETTI et al., 2021).



Mapa 8: Potência total instalada (kW) na classe de consumo poder público nos municípios paranaenses

Fonte: Elaborado pelo autor com base em dados obtidos de ANEEL (2024)

O Mapa 8 mostra a potência total instalada na classe de consumo do Poder Público nos municípios do estado do Paraná. Os municípios de Cidade Gaúcha, Ponta Grossa, Cascavel, Coronel Vivida e Londrina destacam-se com os maiores níveis de potência instalada na categoria de consumo do Poder Público no período de 2021 a 2023.

Os impactos ambientais têm a capacidade de auxiliar nos processos para as mudanças climáticas do planeta, sendo desta forma um fator de risco para a sobrevivência humana. (SOUZA; ARMADA, 2017). Diante disso, o estado deve cumprir suas obrigações legais, promovendo um ambiente regulatório que incentive os investimentos neste setor, garantindo o acesso universal à energia e promovendo a sustentabilidade com redução das emissões de carbono. (MICHELETTI et al., 2021).

É fundamental que o Estado auxilie na promoção de políticas ambientais, promovendo a utilização de fontes de energia alternativas e renováveis. Além de garantir a universalização do acesso à energia e condições igualitárias para as futuras gerações, essas políticas ajudam a manter o equilíbrio do ecossistema. (TIEPOLO et al., 2016).

A análise do mapa mostra que, embora alguns municípios do estado tenham usado o modelo de geração distribuída, o número de instalações do setor público ainda é insatisfatório. O aumento da participação do Estado é necessário. O uso de tecnologias de geração distribuída em suas próprias instalações, como ocorre nos municípios de Cidade Gaúcha, Ponta Grossa, Cascavel, Coronel Vivida e Londrina, demonstra um exemplo de compromisso real com a sustentabilidade ambiental.

4.5 Potência total instalada de geração distribuída por fonte de geração no estado do Paraná

O estado do Paraná tem uma grande oportunidade de se tornar um líder em energia renovável no país. A localização do estado, onde há muita incidência solar e uma forte atividade agrícola, favorece a geração de energia por meio de painéis fotovoltaicos e por meio do biogás. (TIEPOLO et al., 2016).

No total, foram analisadas oito fontes de energia renovável, sendo: biogás a partir de resíduos animais (RA), biogás a partir de resíduos urbanos (RU), biogás a partir de resíduos agroindustriais (AGR), biogás de floresta, bagaço de cana-de-açúcar, potencial hidráulico, radiação solar e resíduos florestais. A Tabela 2 apresenta a potência instalada para cada uma dessas fontes no período de 2021 a 2023, destacando os maiores índices de potência na radiação solar, biogás a partir de resíduos animais (RA) e biogás a partir de resíduos urbanos (RU).

TABELA 2: Potência total instalada (kW) de geração distribuída por fonte de geração no estado do Paraná no período entre 2021 e 2023

Fonte de geração	Quantidade	Potência Instalada (kW)
Biogás resíduos animais (RA)	47	6.417,85
Biogás resíduos urbanos (RU)	5	3.110,90
Biogás resíduos agroindustriais (AGR)	4	1.928,00
Biogás floresta	3	5.260,00
Bagaço de cana de açúcar	1	73,92
Potencial hidráulico	2	1.738,00
Radiação solar	154.046	1.921.333,29
Resíduos florestais	2	1.750,00
TOTAL	154.110	1.941.611,96

Fonte: Elaborado pelo autor com base em dados obtidos de ANEEL (2024)

A geração distribuída permite a utilização de uma variedade de fontes. Essas fontes podem ser adaptadas a diferentes características regionais, como a maior incidência solar ou a disponibilidade de matéria orgânica originária de processos agrícolas e pecuários, permitindo com isso a geração de energia através do biogás. A implementação de políticas públicas capazes de promover o desenvolvimento do modelo é necessária para maximizar o uso de cada característica regional. (SANTOS; SANTOS, 2008).

O Gráfico 2 mostra a distribuição da geração distribuída por fonte de geração, sendo possível observar que a radiação solar representa 99,7% do total por fonte de geração distribuída no estado, seguida pela fonte de geração biogás oriunda de resíduos animais, com 0,3%. O crescente número de instalações solares refletem esta tendência, este expressivo resultado está ligada à crescente adoção de tecnologias fotovoltaicas e seu papel essencial na matriz energética do estado.

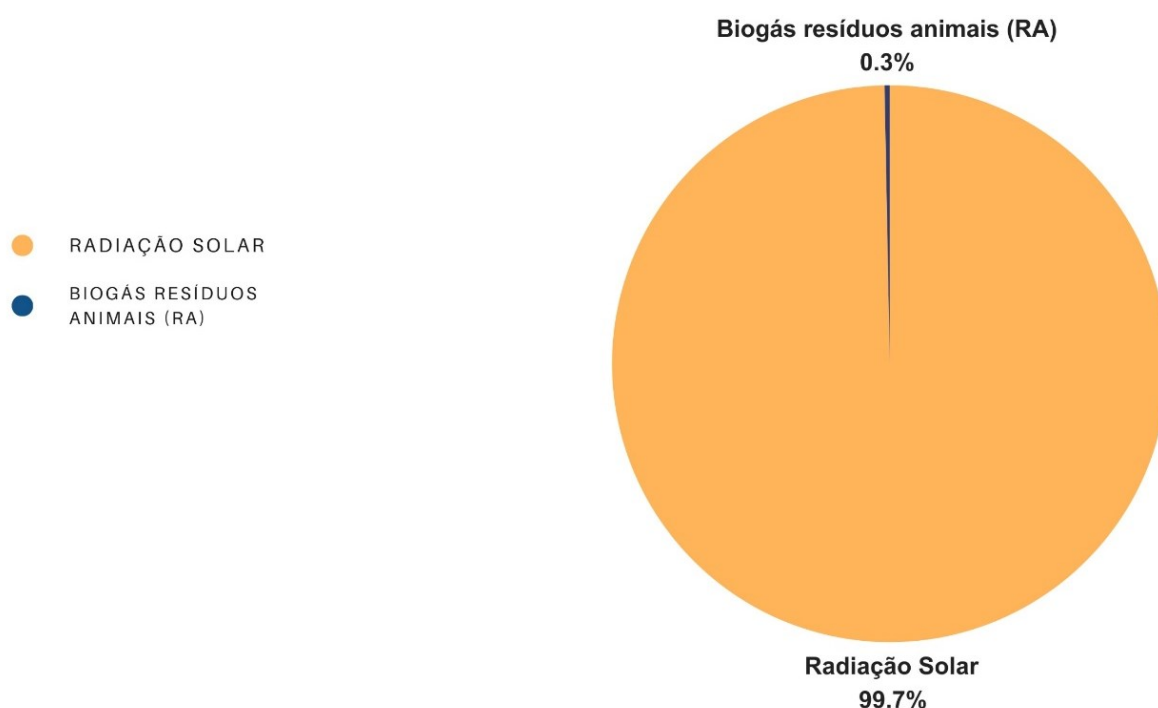


Gráfico 2: Potência total instalada (kW) por fonte de geração no estado do Paraná (%)

Fonte: Elaborado pelo autor com base em dados obtidos de ANEEL (2024)

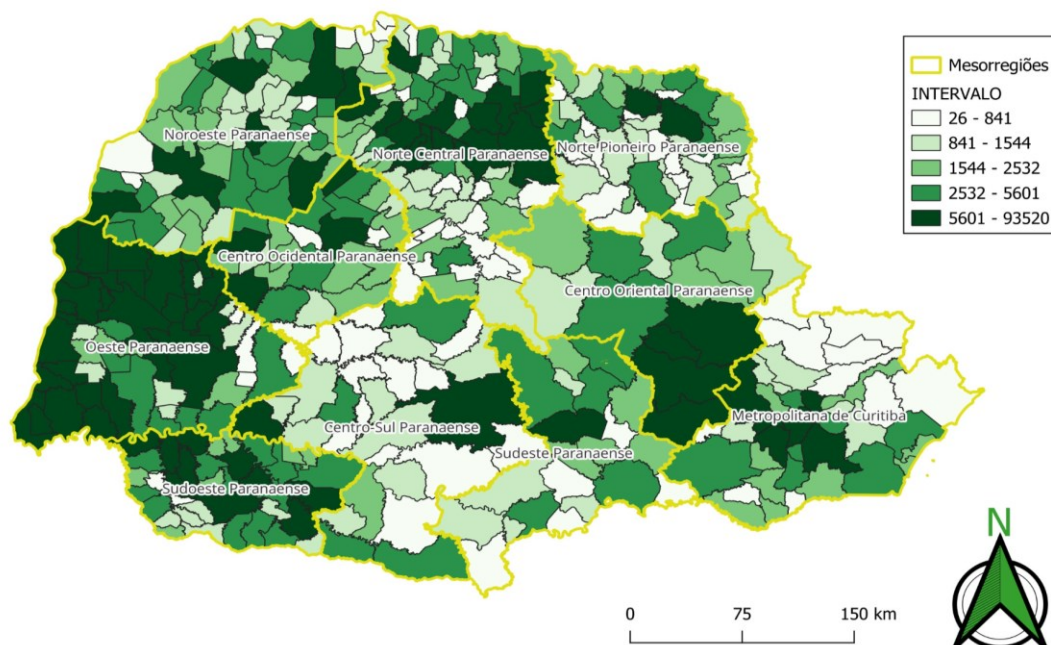
Apesar de possuir poucas instalações no momento, o biogás de resíduos animais e urbanos, além da radiação solar, merece destaque no estado. A produção de energia elétrica com dejetos animais e resíduos urbanos é uma alternativa significativa para diversificar a matriz energética. Essas fontes de biogás facilitam o

aproveitamento de resíduos antes descartados e contribuem para uma abordagem mais sustentável para reduzir as emissões de gases de efeito estufa.

4.5.1 Radiação solar

A energia elétrica é essencial para o funcionamento de vários setores da economia. Portanto, o desenvolvimento de novas tecnologias de geração é essencial. Como resultado, ações efetivas e concretas tomadas por entidades públicas e privadas podem alavancar essa ação. (BROIETTI, 2023).

O Mapa 9 ilustra a potência total instalada na fonte de geração de energia solar, este demonstra a capacidade de geração distribuída de energia solar em diversos municípios. Os municípios de Foz do Iguaçu, Maringá, Curitiba, Londrina e Toledo destacam-se com os maiores índices de potência instalada na fonte de radiação solar durante o período de 2021 a 2023.



Mapa 9: Potência total instalada (kW) na fonte de geração radiação solar nos municípios paranaenses

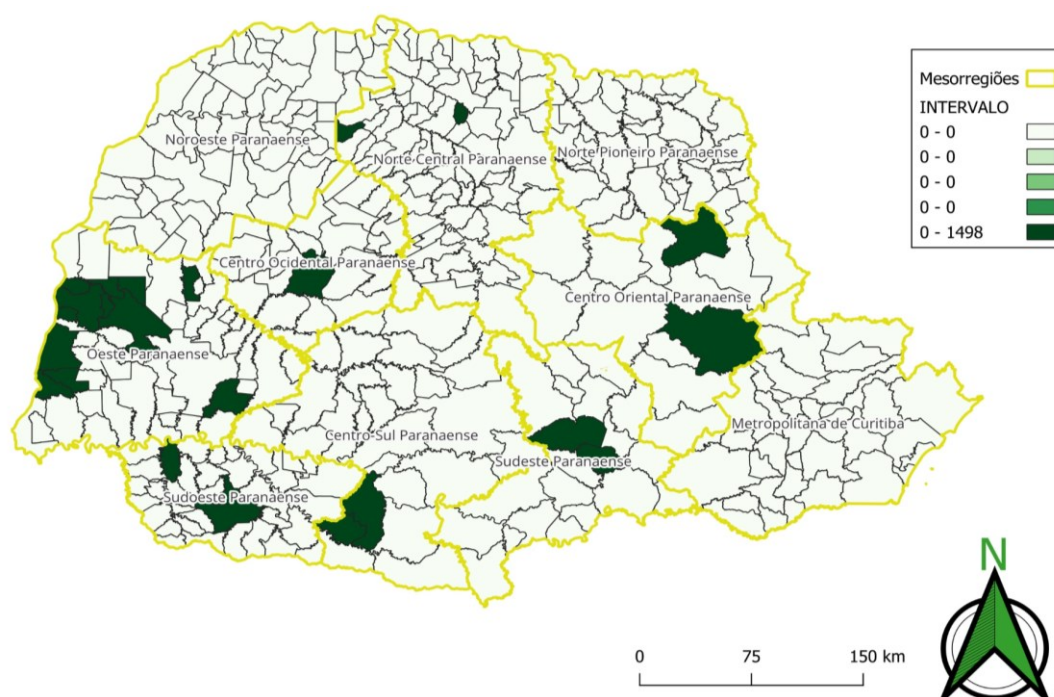
Fonte: Elaborado pelo autor com base em dados obtidos de ANEEL (2024)

A abundância de radiação solar, incentivos locais e iniciativas de sustentabilidade que incentivam a integração de sistemas fotovoltaicos podem

explicar por que essas cidades têm maior capacidade instalada de geração solar. O potencial significativo que a energia solar tem para contribuir para a matriz energética do Paraná é demonstrado pela presença notável de municípios como Foz do Iguaçu e Maringá no cenário da geração de energia solar.

4.5.2 Biogás resíduos animais (RA)

O Mapa 10 apresenta a potência total instalada na fonte de geração de biogás proveniente de resíduos animais (RA) no estado do Paraná, detalhando a capacidade de geração distribuída em diferentes municípios. Jesuítas, Toledo, Rebouças, Quatro Pontes e Santa Helena são os municípios com os maiores índices de potência instalada na geração de biogás a partir de resíduos animais durante o período de 2021 a 2023.



Mapa 10: Potência total instalada (kW) na fonte de geração biogás (RA) nos municípios paranaenses

Fonte: Elaborado pelo autor com base em dados obtidos de ANEEL (2024)

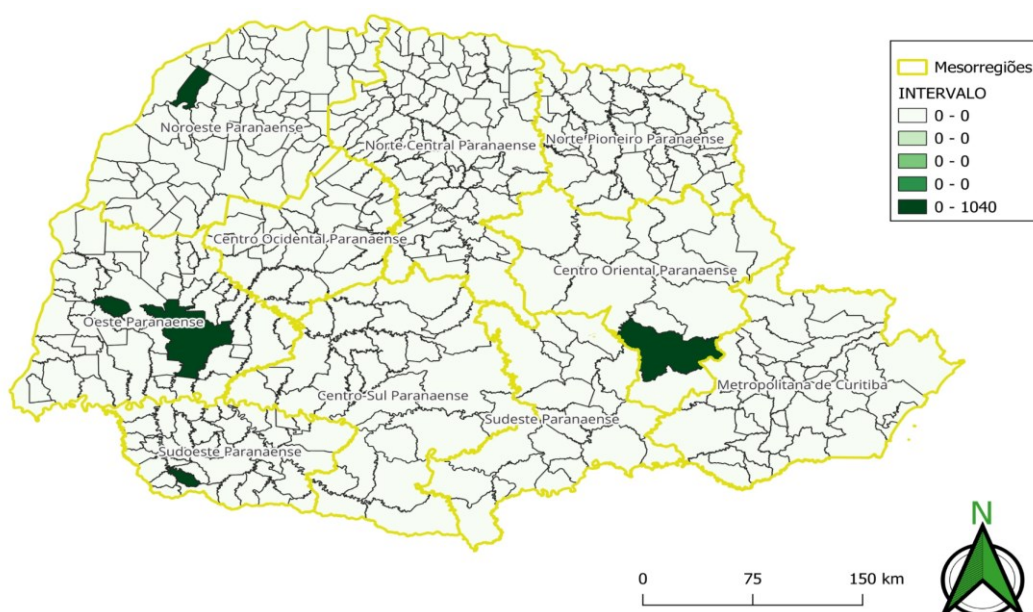
Observa-se através do mapa que a região oeste apresenta uma maior representação dessa fonte, o que pode estar ligado à questão agropecuárias desses

municípios. A disponibilidade de resíduos animais e o apoio a projetos de biogás, que visam melhorar a gestão de resíduos e promover a produção de energia renovável, contribuem para a preponderância desses municípios na geração de biogás. A geração de biogás a partir de resíduos animais não apenas aumenta a diversidade da matriz energética, mas também permite uma melhor gestão de resíduos e grandes benefícios ambientais, contribuindo para a redução nas emissões de gases de efeito estufa e uma diminuição da poluição.

A lista de cidades com maior capacidade de instalação de biogás, como Jesuítas e Toledo, mostra o potencial que essa tecnologia tem para fornecer soluções energéticas sustentáveis no estado do Paraná. A maior capacidade instalada mostra um compromisso com práticas energéticas mais eficientes e sustentáveis e demonstra um avanço no gerenciamento de resíduos orgânicos.

4.5.3 Biogás resíduos urbanos (RU)

O Mapa 11 ilustra a potência total instalada na fonte de geração de biogás proveniente de resíduos urbanos (RU) no estado do Paraná, destacando a capacidade de geração distribuída em diferentes municípios.



Mapa 11: Potência total instalada (kW) na fonte de geração biogás (RU) nos municípios paranaenses

Fonte: Elaborado pelo autor com base em dados obtidos de ANEEL (2024)

Os municípios de Salgado Filho, Ouro Verde do Oeste, Ponta Grossa, Cascavel e Santa Cruz de Monte Castelo se destacam com os maiores índices de potência instalada na geração de biogás a partir de resíduos urbanos durante o período de 2021 a 2023. O fato de cidades como Salgado Filho e Ouro Verde do Oeste terem se destacado na indústria de biogás mostra o grande potencial dessa tecnologia para melhorar a segurança energética e a sustentabilidade ambiental no Paraná. A ampliação da capacidade instalada nessas áreas não apenas demonstra uma adoção exitosa de soluções inovadoras para a geração de energia, mas também serve como modelo para outras áreas que buscam maximizar o aproveitamento dos resíduos urbanos.

4.6 Potência total instalada de geração distribuída por modalidade de geração no estado do Paraná

Foram analisadas quatro modalidades de geração distribuída: autoconsumo remoto, geração compartilhada, geração na própria unidade consumidora e múltiplas unidades consumidoras. A Tabela 3 revela a potência instalada para cada modalidade de geração, destacando que as modalidades de geração na própria unidade consumidora e autoconsumo remoto apresentam os maiores resultados no estado do Paraná durante o período de 2021 a 2023. De acordo com esses dados, há uma forte preferência por soluções que permitam o uso direto da energia produzida no local de consumo ou em instalações remotas.

TABELA 3: Potência total instalada (kW) de geração distribuída por modalidade de geração no estado do Paraná no período entre 2021 e 2023

Modalidade	Quantidade	Potência Instalada (kW)
Autoconsumo remoto	32.326	527.669,66
Geração compartilhada	560	56.459,94
Geração na própria unidade consumidora	121.221	1.357.200,36
Múltiplas unidades consumidoras	2	207,00
TOTAL	154.110	1.941.611,96

Fonte: Elaborado pelo autor com base em dados obtidos de ANEEL (2024)

O Gráfico 3 mostra a distribuição da geração distribuída por modalidade no Paraná. Isso mostra que, na própria unidade consumidora, a modalidade de geração é a mais predominante, com 69,9%, seguida pelo modelo de autoconsumo remoto e geração compartilhada com 27,2% e 2,9%, respectivamente. O sistema de geração na própria unidade consumidora permite a produção da energia com maior eficiência e reduz as perdas de transporte. Devido à sua simplicidade e benefícios econômicos diretos para os consumidores, a modalidade tem se consolidado como a principal opção.

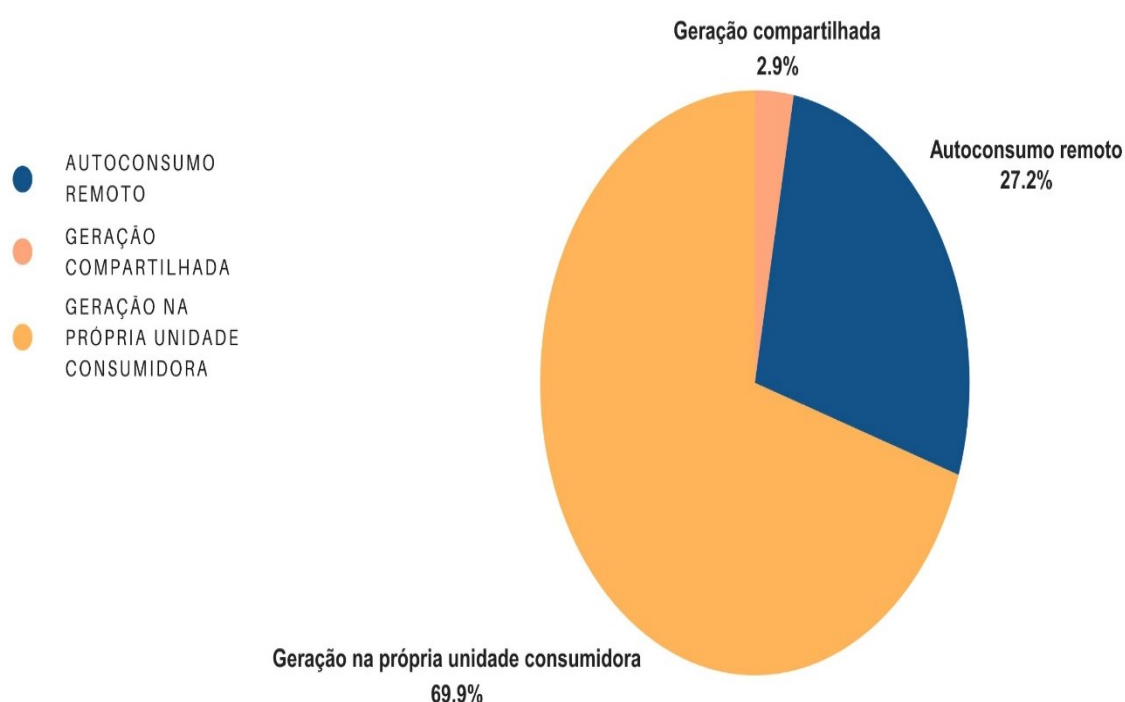


Gráfico 3: Potência total instalada (kW) por modalidade de geração no estado do Paraná (%)
Fonte: Elaborado pelo autor com base em dados obtidos de ANEEL (2024)

A modalidade de geração na própria unidade consumidora detém maiores resultados nas cidades de Foz do Iguaçu, Maringá, Curitiba, Londrina e Toledo, de acordo com a análise dos dados. Na modalidade de autoconsumo remoto, as cidades de Maringá, Foz do Iguaçu, Toledo, Curitiba e Cascavel apresentam os maiores índices mais altos. Isso mostra uma estratégia para usar a energia produzida em lugares diferentes do consumo direto. As cidades de Miraselva, Palotina, Tunas do Paraná, Toledo e Guaraci se destacam na geração compartilhada, que mostra uma abordagem colaborativa para o uso de recursos energéticos compartilhados por vários consumidores.

4.7 Potência total instalada de geração distribuída por mesorregião no estado do Paraná

As subdivisões territoriais conhecidas como mesorregiões permitem uma análise mais detalhada dos estados brasileiros. A Figura 6 mostra as dez mesorregiões do estado do Paraná, sendo as seguintes: mesorregião oeste paranaense, mesorregião norte central paranaense, mesorregião noroeste paranaense, mesorregião sudoeste paranaense, mesorregião metropolitana de Curitiba, mesorregião norte pioneira paranaense, mesorregião centro ocidental paranaense, mesorregião centro-sul paranaense e mesorregião centro-oriental paranaense. A análise da geração distribuída por mesorregião fornece uma visão uniforme e facilita a comparação dos dados em várias regiões do estado.

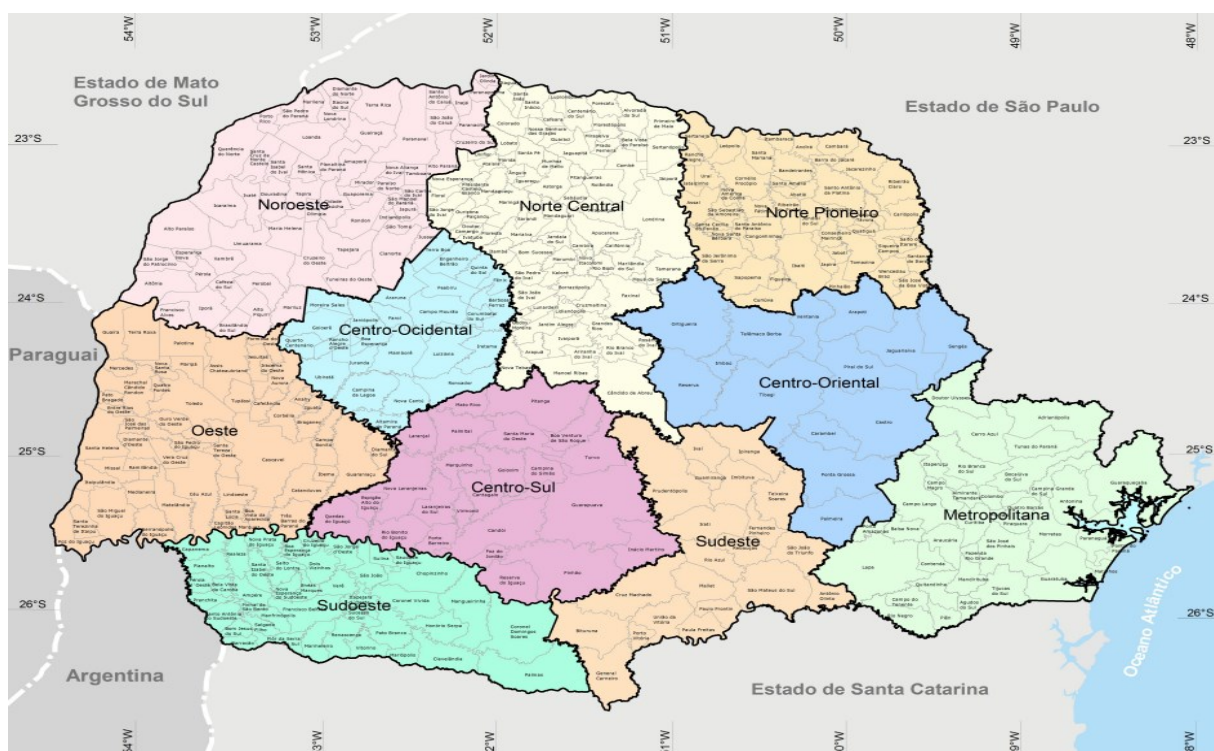


Figura 6: Regiões geográficas do estado do Paraná

Fonte: IPARDES (2024b)

A Tabela 4 mostra uma variação significativa na potência instalada de geração distribuída entre as mesorregiões. As mesorregiões do Oeste do Paraná, Norte Central do Paraná e Noroeste do Paraná têm os maiores resultados de potência

instalada. Isso se deve à forte adoção de tecnologias de geração distribuídas nessas regiões.

TABELA 4: Potência total instalada (kW) de geração distribuída por mesorregião paranaense no período entre 2021 e 2023

Mesorregião	Quantidade	Potência Instalada (kW)
Oeste Paranaense	46.237,0000	580.193,4400
Norte Central Paranaense	35.932,0000	414.663,4900
Noroeste Paranaense	18.145,0000	250.193,4400
Sudoeste Paranaense	14.763,0000	193.537,1200
Metropolitana de Curitiba	14.851,0000	182.969,1700
Norte Pioneiro Paranaense	5.797,0000	77.163,2100
Centro Ocidental Paranaense	7.014,0000	83.140,8700
Centro-Sul Paranaense	3.765,0000	50.382,7400
Centro Oriental Paranaense	3.743,0000	63.979,3700
Sudeste Paranaense	3.851,0000	45.490,0600

Fonte: Elaborado pelo autor com base em dados obtidos de ANEEL (2024)

Como se observa no Gráfico 4, a mesorregião oeste do Paraná possui aproximadamente um terço da energia instalada, com 29,9% do total do estado, seguida pelas mesorregiões norte central e noroeste com 21,4% e 12,9%, respectivamente. De acordo com esses dados, é possível afirmar que nestas regiões há um alto grau de interesse e investimento em geração distribuída nesta, o que pode ser atribuído aos ambientes econômicos e regulatórios favoráveis para a instalação de sistemas renováveis.

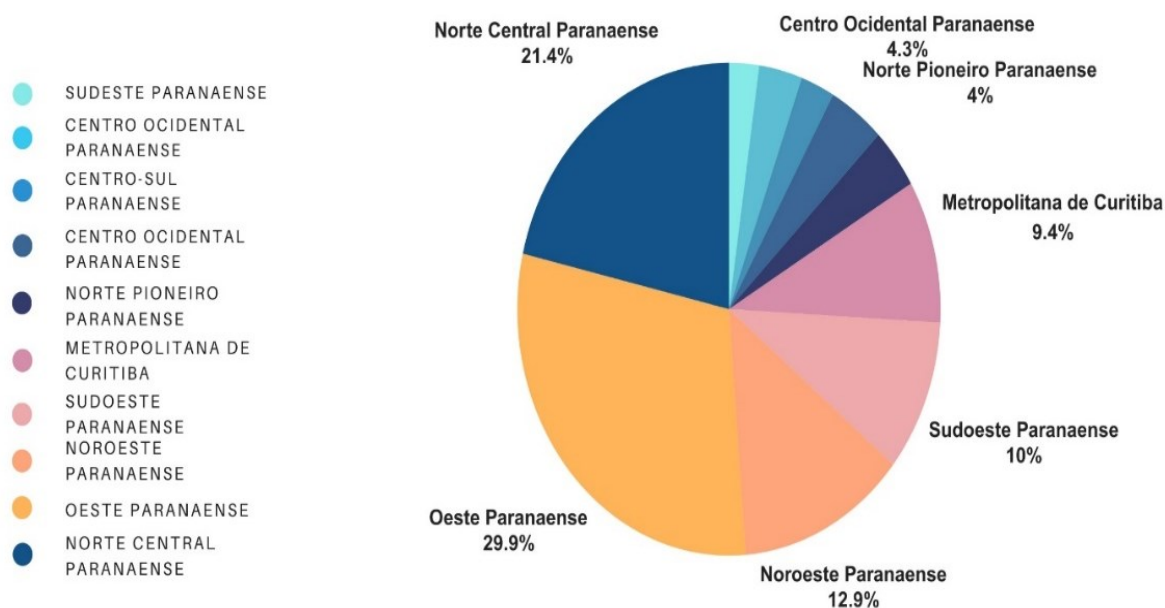
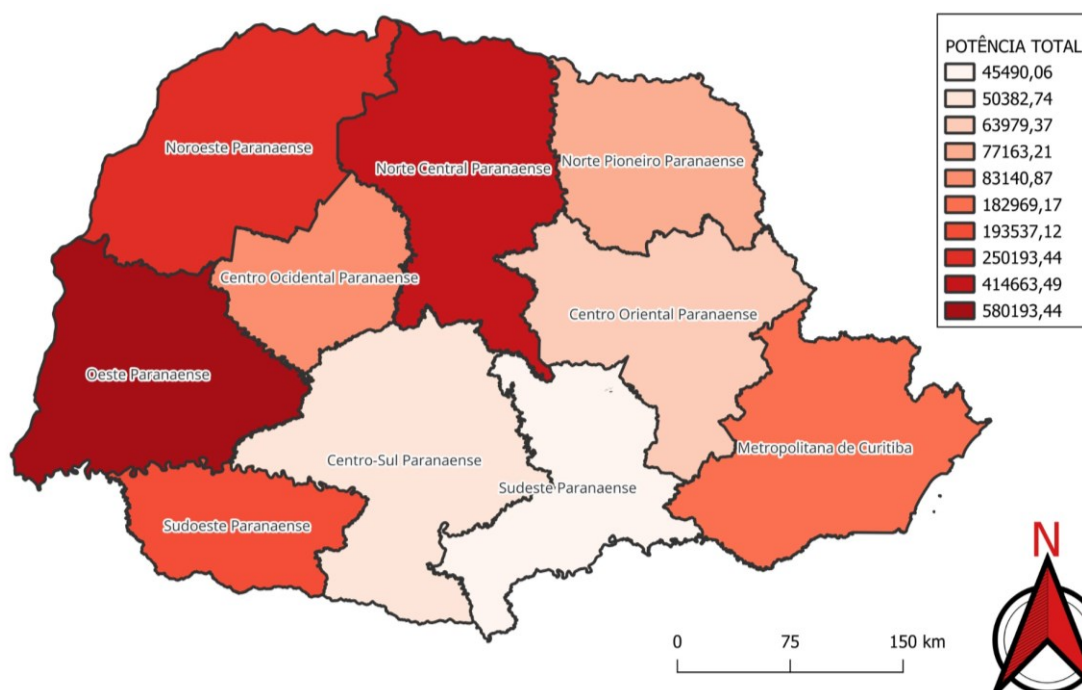


Gráfico 4: Potência total instalada (kW) por mesorregião do estado do Paraná (%)

Fonte: Elaborado pelo autor com base em dados obtidos de ANEEL (2024)

O Mapa 12 complementa esse estudo mostrando a potência total instalada em várias mesorregiões do Paraná. O fato de as mesorregiões do oeste paranaense, norte central paranaense e noroeste paranaense possuírem maior participação nos resultados de geração distribuída demonstra a importância dessas regiões no sistema energético do estado. Essa tendência da capacidade instalada pode estar diretamente relacionada com a disponibilidade de recursos naturais favoráveis, políticas locais de incentivo e infraestrutura adequada para a implementação destes sistemas.



Mapa 12: Potência total instalada (kW) por mesorregião do estado do Paraná

Fonte: Elaborado pelo autor com base em dados obtidos de ANEEL (2024)

Para impulsionar o crescimento do setor, é essencial que haja regularizações claras e estáveis, pois estas têm a capacidade de criar um ambiente favorável para o desenvolvimento sustentável. As circunstâncias como essas aumentam a confiança dos investidores e incentivam a expansão do setor, contribuindo para a diversificação da matriz energética e reduzindo os efeitos ambientais da geração de energia elétrica. (DIAS, 2005).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ressalta-se a importância de se conhecer o panorama da geração distribuída de energia elétrica nos municípios do estado do Paraná, levando em consideração as especificidades de cada região, sendo essencial para a elaboração de políticas públicas voltadas a promover o desenvolvimento sustentável. Além disso, é importante destacar a originalidade do trabalho, tendo em vista a escassez de estudos de geração distribuída no âmbito dos municípios do estado do Paraná, tornando desta forma a análise ainda mais relevante.

Com o objetivo de identificar quais municípios e mesorregiões do estado do Paraná apresentam a maior potência instalada de geração distribuída de energia elétrica, foram utilizados os dados da potência instalada das unidades com geração distribuída do estado do Paraná no período de 2021 a 2023, coletados a partir da base de dados disponível no site da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), e desta forma traçar o panorama deste modelo nas diversas regiões do estado.

Os resultados permitiram observar que a mesorregião oeste paranaense apresenta a maior concentração espacial de potência instalada de geração distribuída no estado, tendo seus municípios apresentado destaque nas diversas análises do trabalho. A região demonstrou elevados resultados nos índices da geração distribuída por cem mil habitantes e por quilômetros quadrados, indicando que municípios menos populosos e com menor área territorial têm adotado maciçamente o modelo.

A partir das diversas análises realizadas, foi possível comprovar a hipótese do presente estudo de que os municípios da mesorregião oeste do estado do Paraná apresentam a maior concentração espacial de geração distribuída durante o período analisado. A partir destes resultados, o estudo possibilita um amplo leque de investigações sobre o método, contribuindo para a inovação e investimentos na produção de energia limpa.

Constatou-se que, a região oeste paranaense apresenta municípios destaques na geração de energia por meio de geração distribuída, tendo como características uma maior densidade populacional, extensa área territorial e perfil socioeconômico favorável se comparado com outros municípios do estado, pontos esses que podem ter favorecido para o crescimento do modelo nestas áreas.

Outro ponto interessante identificado diz respeito aos municípios menores da mesorregião oeste, onde apresentaram bons resultados se comparado com sua população e área territorial. Portanto, o objetivo principal do estudo foi integralmente respondido, permitindo identificar os municípios e mesorregiões com maior potência instalada de geração distribuída, além de fornecer uma análise detalhada por classe, fonte e modalidade de geração no estado.

Quanto aos desafios e perspectivas na promoção da geração distribuída no estado do Paraná, constatou-se que o principal desafio para a implementação do modelo têm sido as burocráticas legislações, através de normas e leis que acabam freando todo o trâmite regulatório, além da dificuldade de obter linhas de crédito para os financiamentos.

Com esta perspectiva, promover políticas públicas que incentivem essa forma de geração de energia, que proporcionem legislações mais flexíveis, com incentivos governamentais e melhores formas de financiamento pode ser uma alternativa viável. Essas medidas têm a capacidade de desempenhar um papel primordial para a alavancagem do modelo de geração distribuída, sendo responsável pela adoção de práticas mais sustentáveis e resilientes.

Para melhor compreender os fatores que influenciam e pesam tanto positivamente, como negativamente para o avanço do modelo de geração distribuída nas regiões, seria necessária uma análise mais aprofundada para entender a relação existente com variáveis de perfil socioeconômico, disponibilidade de recursos naturais e políticas públicas de incentivo a essa forma de geração, ficando assim como sugestão para futuras pesquisas.

6 REFERÊNCIAS

ABSOLAR (Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica). **Panorama da solar fotovoltaica no Brasil e no mundo.** 2024. Disponível em: <https://www.absolar.org.br/mercado/infografico/>. Acesso em: 25 mai. 2024.

ALTOÉ, Leandra; FILHO, Delly Oliveira; COSTA, José Márcio; CARLO, Joyce Correna; MARTINEZ, Francisco Javier Rey; GRACIA, Luis Manuel Navas; FERNANDES, Osmar Rosa. Proposição de Critérios de Incentivo à Energia Renovável e Eficiência Energética para as Leis de ICMS Ecológico no Brasil. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 60, p. 374-392. 2022. DOI: 10.5380/dma.v60i0.77324. Disponível em: <https://doi.org/10.5380/dma.v60i0.77324>. Acesso em: 26 mai. 2024.

ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica). **Resolução Normativa nº 482 de 17 de Abril de 2012**, 2012. Disponível em: https://www.normasbrasil.com.br/norma/resolucao-normativa-482-2012_342518.html. Acesso em: 23 mai. 2024.

ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica). **Resolução Normativa nº 1059 de 7 de Fevereiro de 2023**, 2023. Disponível em: https://www.normasbrasil.com.br/norma/resolucao-normativa-1059-2023_447271.html. Acesso em: 23 mai. 2024.

ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica). **Micro e Minigeração Distribuída.** Publicado em 04 de outubro de 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/aneel/pt-br/centrais-de-conteudos/relatorios-e-indicadores/micro-e-minigeracao-distribuida>. Acesso em: 08 nov. 2024.

BAJAY, Sérgio; VILELA, Izana R.; JANNUZZI, Gilberto M.; HEIDEIER, Raphael B.; PACCOLA, José A.; GOMES, Rodolfo; SANTOS, Luan Guanais Macrino dos. O Avanço da Geração Distribuída, da Eficiência Energética e de outros Recursos Distribuídos: possíveis soluções e experiências no Brasil e em outros países. Campinas: International Energy Initiative – IEI Brasil. **Textos de Discussão sobre Energia**, Volume 1, Nº 4, 2018. Disponível em: <https://iei-brasil.org/2018/06/22/o-avanco-da-geracao-distribuida-da-eficiencia-energetica-e-de-outros-recursos-distribuidos-no-brasil-e-em-outros-paises/>. Acesso em: 17 abr. 2024.

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988.** Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao.htm. Acesso em: 17 mai. 2024.

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. **Lei Nº 9.478 de 6 de Agosto de 1997.** Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9478.htm. Acesso em: 21 mai. 2024.

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. **Lei Nº 10.295 de 17 de Outubro de 2001**. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/LEIS_2001/L10295.htm. Acesso em: 06 nov. 2024.

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. **Decreto Nº 5.163 de 30 de julho de 2004**. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2004/Decreto/D5163.htm. Acesso em: 12 mai. 2024.

BROIETTI, Cleber. Determinantes dos Gastos Públicos em Gestão Ambiental nos Municípios da Região Sul do Brasil no Período de 2002 a 2019. **Administração Pública e Gestão Social**, São Paulo, v. 15, n. 3, p.1-24, 2023. DOI: 10.21118/apgs.v15i3.14580. Disponível em: <https://doi.org/10.21118/apgs.v15i3.14580>. Acesso em: 12 mar. 2024.

CARMONA, Bruno de Souza; KASSAI, José Roberto. A Matriz Energética Brasileira: uma análise perante a NDC e o ODS7. IN: XIX USP INTERNATIONAL CONFERENCE IN ACCOUNTING, 2019, São Paulo. **Anais [...]**. São Paulo: EAC/FEA/USP, 2019, p. 1-21. Disponível em: <https://congressusp.fipecafi.org/anais/19UspInternational/ArtigosDownload/1751.pdf>. Acesso em: 16 mar. 2024.

CARVALHO, Glauca Oliveira de. Sustentabilidade e Desenvolvimento Sustentável: uma visão contemporânea. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 8, n. 1, p.779-792, 2019. DOI: 10.19177/rgsa.v8e12019789-792. Disponível em: <https://doi.org/10.19177/rgsa.v8e12019789-792>. Acesso em: 28 mai. 2024.

CARVALHO, Paulo Gonzaga Mibielli; BARCELLOS, Frederico Cavadas. Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODMs). **Sustainability in Debate**, v. 5, n. 3, p. 222–244, 2014. DOI: 10.18472/SustDeb.v5n3.2014.11176. Disponível em: <https://doi.org/10.18472/SustDeb.v5n3.2014.11176>. Acesso em: 23 mar. 2024.

DIAS, Marcos Vinícius Xavier. **Geração Distribuída no Brasil: oportunidades e barreiras**. Itajubá: UNIFEI, 2005. 143 p. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia da Energia, Faculdade de Engenharia, Universidade Federal de Itajubá, 2005.

EPE (Empresa de Pesquisa Energética). **Previsão de carga para o planejamento anual da operação energética 2021-2025**. Rio de Janeiro, 2021. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-305/topico-561/NT%20PLAN%202021-2025%20final.pdf>. Acesso em: 6 mar. 2024.

GASPARIN, Fernanda Bach; LIMA, Victória Oliveira Diaz de; MICHELETTI, Débora Hungaro; BURIN, Eduardo Lucas Konrad. A Influência de Políticas Públicas para o Progresso da Geração Solar Fotovoltaica e Diversificação da Matriz Energética Brasileira. **Revista Virtual de Química**, v. 14, n.1, p. 77–81, 2021. DOI: 10.21577/1984-6835.20210102. Disponível em: <https://doi.org/10.21577/1984-6835.20210102>. Acesso em: 18 mar. 2024.

GONZÁLEZ, Axel Bastián Poque. Transição Energética para a Sustentabilidade no Chile e no Brasil: oportunidades e desafios decorrentes da pandemia por Covid-19. **Latin American Journal of Energy Research**, v. 8, n. 1, p. 1–21, 2021. DOI: 10.21712/lajer.2021.v8.n1.p1-21. Disponível em: <https://doi.org/10.21712/lajer.2021.v8.n1.p1-21>. Acesso em: 10 abr. 2024.

GIL, Antônio Carlos. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2002.

GRIEBENOW, Carola; OHARA, Amanda. **Panorama do Sistema Elétrico Brasileiro**. Rio de Janeiro: Instituto E+ Transição Energética, 2019. Disponível em: <https://emaisenergia.org/publicacao/panorama-do-sistema-eletrico-brasileiro-versao-2019/>. Acesso em: 14 abr. 2024.

IPARDES (Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social). **Estado do Paraná 2010: divisão política**, 2024a. Disponível em: https://www.ipardes.pr.gov.br/sites/ipardes/arquivos_restritos/files/documento/2019-09/Divis%C3%A3o%20Pol%C3%ADtica%202010.pdf. Acesso em: 18 mai. 2024.

IPARDES (Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social). **Estado do Paraná: regiões geográficas**, 2024b. Disponível em: https://www.ipardes.pr.gov.br/sites/ipardes/arquivos_restritos/files/documento/2019-09/Regi%C3%B5es%20Geogr%C3%A1ficas%20%28Lei%20Estadual%2015.pdf. Acesso em: 23 mai. 2024.

JUNIOR, Ricardo Abranches Felix Cardoso; HOFFMANN, Alessandra Schwertner; BARBOSA, Leonardo de Oliveira; COUTINHO, Roberta de Azevedo Pires Soares. A Geração Distribuída e a Redução de Carbono na Matriz Elétrica Brasileira. **Revista Internacional de Ciências**, v. 11, n.1, p. 42–60, 2021. DOI: 10.12957/ric.2021.51563. Disponível em: <https://doi.org/10.12957/ric.2021.51563>. Acesso em: 12 abr. 2024.

KERKHOFF, Sabrina; MITO, Jéssica Yuki de Lima; NASCIMENTO, Kleberson Rodrigo; CAMILO, Nyara Chandoha; MARIANI, Leidiane; SILVA, Jefferson Luiz Gonçalves. Potencial Teórico de Produção de Biogás e Energia Elétrica a partir da Biomassa Residual da Suinocultura da Região Oeste do Paraná. IN: 10º CONGRESSO SOBRE GERAÇÃO DISTRIBUÍDA E ENERGIA NO MEIO RURAL (AGRENER), São Paulo. **Anais [...]**. São Paulo: AGRENER, 2015. p. 1-10. Disponível em: <https://www.embrapa.br/documents/1355242/0/Biog%C3%A1sFert++Potencial+te%C3%B3rico+de+produ%C3%A7%C3%A3o+de+biog%C3%A1s+e+energia+el%C3%A9trica+a+partir+da+biomassa+residual+da+suinocultura+da+regi%C3%A3o+oeste+do+Paran%C3%A1.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2024.

LIMA, Leandro José Barbosa; HAMZAGIC, Miroslava. Estratégias para a Transição Energética: revisão de literatura. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**. v. 8, n. 6, p. 96–120, 2022. DOI: 10.32749. Disponível em: <https://doi.org/10.32749/nucleodoconhecimento.com.br/sem-categoria/transicao-energetica>. Acesso em: 16 mai. 2024.

LUZ, Tiago Eloy da; PEIXE, Blênio Cezar Severo. Estudo da Relação entre Disclosure Ambiental e Indicadores de Desempenho Sustentável em Municípios Paranaenses.

IN: XIX ENCONTRO INTERNACIONAL SOBRE GESTÃO EMPRESARIAL E MEIO AMBIENTE (ENGEMA), 2017, São Paulo. **Anais** [...]. São Paulo: ENGEMA, 2017. p. 1-15. Disponível em: <https://engemausp.submissao.com.br/19/anais/arquivos/258.pdf>. Acesso em: 18 abr. 2024.

MACHADO, Juliano. **Geração Distribuída de Energia Elétrica a partir da Biomassa no Paraná**: entraves para a conexão à rede de distribuição. Curitiba: UTFPR, 2016. 88 p. Monografia (Especialização) - Programa de Pós-Graduação do Departamento de Eletrotécnica, Curso de Especialização em Energias Renováveis, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2016.

MICHELETTI, Igor Talarico da Silva; MICHELETTI, Danilo H.; FRIEDRICH, Natiele C.; CAPELLARI, Marta B.; BELUSSO, Diane; ANDRADE, Mauricio G.; CORRÊIA, Arlindo F.; ZONIN, Valdecir J. Energia Solar, Extrafiscalidade e Políticas Públicas na Promoção ao Desenvolvimento Sustentável. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 6, p. 58659–58680, 2021. DOI: 10.34117/bjdv7n6. Disponível em: <https://doi.org/10.34117/bjdv7n6-320>. Acesso em: 22 mai. 2024.

MIRANDA, Leila Mourão. Sobre História, Sustentabilidade e Crise Energética. **Revista Brasileira de História**, v. 43, n. 92, p 1-15, 2023. DOI: 10.1590/1806. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1806-93472023v43n92-03>. Acesso em: 8 abr. 2024.

MIRANDA, Raul Figueiredo Carvalho. **Análise da Inserção de Geração Distribuída de Energia Solar Fotovoltaica no Setor Residencial Brasileiro**. Rio de Janeiro: UFRJ, 2013. 310 p. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Planejamento Energético, COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

MORAES, Thiago Matheus Martins de. **Estudo dos Conceitos de Eficiência Energética Associado à Geração Distribuída Fotovoltaica**. Guaratinguetá: UNESP, 2021. 102 p. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia, Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2021.

ONU (Organização das Nações Unidas). **Objetivos do Desenvolvimento Sustentável**, 2023. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em: 23 abr. 2024.

PEREIRA, Naron Xavier. **Desafios e Perspectivas da Energia Solar Fotovoltaica no Brasil**: geração distribuída vs geração centralizada. Sorocaba: UNESP, 2019. 86 p. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, Universidade Estadual Paulista, Sorocaba, 2019.

RODRIGUES, Flávia F. C.; BORGES, Carmen L. T.; FALCÃO, Djalma M. Programação da Contratação de Energia Considerando Geração Distribuída e Incertezas na Previsão de Demanda. Sba: **Controle & Automação Sociedade Brasileira de Automatica**, v. 18, n. 3, p. 361–371, 2007. DOI: 10.1590/S0103. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0103-17592007000300008>. Acesso em: 16 abr. 2024.

ROMA, Júlio César. Os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio e sua Transição para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. **Ciência e Cultura**, v. 71, n. 1, p. 33–39, 2019. DOI: 10.21800/2317. Disponível em: <https://doi.org/10.21800/2317-66602019000100011>. Acesso em: 13 abr. 2024.

SAMPAIO, Nilo Antonio de Souza; ASSUMPÇÃO, Alzira Ramalho Pinheiro de; FONSECA, Bernardo Bastos da. **Estatística Descritiva**. Belo Horizonte: Poisson Editora, 2018. DOI: 10.5935/978-85-93729-90-4.2018B001. Disponível em: https://www.poisson.com.br/livros/estatistica/volume1/Estatistica_Descritiva.pdf. Acesso em: 20 jul. 2024.

SANTOS, Fernando António; SANTOS, Fernando Miguel. Geração Distribuída versus Centralizada. **Revista Millenium**, v, 1, n. 35, p. 1- 15, 2008. Disponível em: https://repositorio.ipv.pt/bitstream/10400.19/350/1/Geracao_distribuida_versus_centralizada.pdf. Acesso em: 20 mai. 2024.

SANTOS, Filipe Matias. Transição Energética: enquadramento e desafios. **Revista Videre**, v. 11, n. 22, p. 143–153, 2019. DOI: 10.30612/videre. Disponível em: <https://doi.org/10.30612/videre.v11i22.11217>. Acesso em: 24 mai. 2024.

SEEG (Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa). **Emissões do Setor de Energia**, 2024. Disponível em: https://plataforma.seeg.eco.br/?_gl=1*6nqp4p*_ga*NTU3MTE1NzZmZLjE3MTg3MTY0NzU.*_ga_XZWSWEJDWQ*MTcyMDMwMjYyOC41LjAuMTcyMDMwMjYyOC4wLjAuMA. Acesso em: 23 mai. 2024.

SOCCOL, Francisco Junior; PEREIRA, Adan Lucio; CELESTE, Wanderley Cardoso; COURA, Daniel J. Custódio; CHAVES, Gisele de Lorena Diniz. Desafios Para Implementação da Geração Distribuída de Energia no Brasil: uma revisão integrativa da literatura. **Brazilian Journal of Production Engineering**, v. 2, n. 3, p. 31–43, 2016. Disponível em: https://periodicos.ufes.br/bjpe/article/view/v2n3_04/pdf. Acesso em: 16 jul. 2024.

SOETHE, Ghabriel Campigotto.; BLANCHET, Luiz Alberto. Geração Distribuída e Desenvolvimento Sustentável. **Revista de Direito Administrativo & Constitucional**, v. 20, n. 79, p. 233-257, 2020. DOI: 10.21056/aec. Disponível em: <https://doi.org/10.21056/aec.v20i79.1221>. Acesso em: 14 mai. 2024.

SOUZA, Maria Claudia da Silva Antunes; ARMADA, Charles Alexandre Souza. Desenvolvimento Sustentável e Sustentabilidade: evolução epistemológica na necessária diferenciação entre os conceitos. **Revista de Direito e Sustentabilidade**, v. 3, n. 2, p. 17-35, 2017. Disponível em: <https://indexlaw.org/index.php/revistards/article/view/2437/pdf>. Acesso em: 7 abr. 2024.

TERNOSKI, Simão. **Elaboração de Projetos de Pesquisa nas Ciências Sociais Aplicadas**. Ponta Grossa: Atena Editora, 2022. DOI: 10.22533/at.ed.957221306. Disponível em: <https://doi.org/10.22533/at.ed.957221306>. Acesso em: 21 mai. 2024.

TIEPOLO, Gerson Máximo; JUNIOR, Jair Urbanetz; PEREIRA, Ênio Bueno; PEREIRA, Sílvia Vitorino; ALVES, Alisson Rodrigues. Comparação entre o Potencial

de Geração Fotovoltaica no estado do Paraná com Alemanha, Itália e Espanha. IN: VI CONGRESSO BRASILEIRO DE ENERGIA SOLAR (CBENS) 2016, Belo Horizonte. **Anais** [...]. Belo Horizonte: ABENS 2016. p 1-8. Disponível em: <https://doi.org/10.59627/cbens.2014.2201>. Acesso em: 19 mai. 2024.

TIEPOLO, Gerson Máximo; JUNIOR, Osires Canciglieri; JUNIOR, Jair Urbanetz; VIANA, Trajano; PEREIRA, Enio Bueno. Potencial de Geração de Energia Elétrica Através de Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede no estado do Paraná. IN: V CONGRESSO BRASILEIRO DE ENERGIA SOLAR - CBENS 2014, Recife. **Anais** [...]. Recife: ABENS 2014. p 1-9. Disponível em: <https://doi.org/10.59627/cbens.2016.1791>. Acesso em: 14 mai. 2024.

TOLMASQUIM, Mauricio T.; GUERREIRO, Amilcar; GORINI, Ricardo. Matriz Energética Brasileira: uma prospectiva. **Novos Estudos**, v.1 n, 79, p.47–69, 2007. DOI: 10.1590/S0101. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0101-33002007000300003>. Acesso em: 23 abr. 2024.

VASCONCELOS, Filipe Matos de. **Geração, Transmissão e Distribuição de Energia Elétrica**. Londrina: Educacional SA, 2017. Disponível em: https://cm-ks-content.s3.amazonaws.com/201702/INTERATIVAS_2_0/GERACAO_TRANSMISSAO_E_DISTRIBUICAO_DE_ENERGIA_ELETRICA/U1/LIVRO_UNICO.pdf. Acesso em 18 mar. 2024.

WAENGA, Aline Fontes Cordeiro; PINTO, Dayana Araujo Ferreira. **Impactos da Geração Distribuída Fotovoltaica no Sistema de Distribuição de Energia Elétrica**. Curitiba: UTFPR, 2016. 99 p. Monografia (Graduação) - Curso de Engenharia Elétrica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2016.