



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DE SANTA CATARINA-CÂMPUS ITAJAÍ

GABRIEL FARIAS GRUMICHÉ

**ATUAL CENÁRIO E REGULAMENTAÇÃO DA GERAÇÃO DISTRIBUÍDA NO
BRASIL: ESTUDO DE CASO NO ESTADO DE SANTA CATARINA**

ITAJAÍ-SC

2025



GABRIEL FARIAS GRUMICHÉ

**ATUAL CENÁRIO E REGULAMENTAÇÃO DA GERAÇÃO DISTRIBUÍDA NO
BRASIL: ESTUDO DE CASO NO ESTADO DE SANTA CATARINA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina Câmpus Itajaí, ligado ao Ministério da Educação, no curso de Engenharia Elétrica, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Elétrica

Orientador: Prof. M.Sc. Marcelo dos Santos Coutinho

ITAJAÍ-SC

2025

Ficha de Identificação da Obra
Sistema de Bibliotecas Integradas do IFSC - Campus Itajaí

G887a Grumiché, Gabriel Farias
Atual cenário e regulamentação da geração distribuída no Brasil: estudo de caso no Estado de Santa Catarina / Gabriel Farias Grumiché ; orientador, Marcelo dos Santos Coutinho. – 2025.
64 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina, Campus Itajaí, Graduação em Engenharia Elétrica, Itajaí, 2025.
Inclui bibliografia.

1. Engenharia Elétrica. 2. Geração distribuída de energia elétrica. 3. Energia - Fontes alternativas. 4. Serviços de eletricidade - Legislação. I. Coutinho, Marcelo dos Santos. II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina – Graduação em Engenharia Elétrica. III. Título.

CDD 621.31

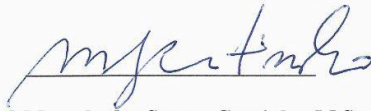
GABRIEL FARIAS GRUMICHÉ

**ATUAL CENÁRIO E REGULAMENTAÇÃO DA GERAÇÃO DISTRIBUÍDA NO
BRASIL: ESTUDO DE CASO NO ESTADO DE SANTA CATARINA**

Este trabalho foi julgado para obtenção do título de Engenheiro Eletricista, pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina, e aprovado na sua forma final pela comissão avaliadora abaixo indicada.

Itajaí, 18 de Fevereiro de 2025

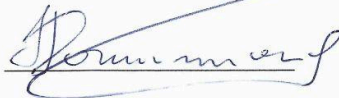
BANCA EXAMINADORA:



Prof. Marcelo dos Santos Coutinho, M.Sc.


Orientador

Instituto Federal de Santa Catarina-IFSC



Prof. Tiago Drummond Lopes, Dr

Instituto Federal de Santa Catarina-IFSC



Prof. Alfen Ferreira de Souza Júnior, M.Sc.

Instituto Federal de Santa Catarina-IFSC

Itajaí

2025

...A chave do Sucesso é a educação.

Dar educação e serviços sociais não é caridade
é uma ferramenta de desenvolvimento econômico.

Um país que não tem esse tipo de desenvolvimento nas
pessoas, ele provavelmente não será bem-sucedido.

(Barack Obama, 2019)

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, em primeiro lugar, pelo dom da vida e suas lições de amor e compaixão.

Agradeço também à minha filha, Manuela Coelho Grumiché, que foi minha inspiração e a maior motivação para concluir o curso.

A minha amada esposa Gabriela da Costa Coelho, que deu o melhor presente da minha vida que é a nossa filha e por ter me apoiado em toda essa fase estando sempre ao meu lado, me consolando nos momentos mais difíceis.

Ao meu pai Mauricio Cesar de Bittencourt Grumiché e minha mãe Silvia Leticia Farias Grumiché, pelo amor e carinho e por me ensinar a importância do estudo.

Aos meus irmãos Harry Filomeno Farias Grumiché, Clarice Farias Grumiché e Rafael Tafner que me ajudaram durante essa caminhada.

Ao meu sogro José Antonio Coelho e minha sogra Jucilene Odete da Costa, ajudando desde o início da faculdade.

Ao meu orientador Prof. Msc. Marcelo dos Santos Coutinho, pela constante ajuda e orientação durante este trabalho.

Por fim, agradeço a todos os professores que participaram do meu amadurecimento até a conclusão do curso.

RESUMO

A Geração Distribuída (GD) tem se consolidado como uma alternativa sustentável para a diversificação da matriz elétrica brasileira, impulsionada por avanços regulatórios e tecnológicos. Este trabalho tem como objetivo analisar o cenário atual da GD no Brasil, com ênfase na regulamentação estabelecida pela Lei nº 14.300/2022, e realizar um estudo de caso no estado de Santa Catarina, avaliando os impactos dessa legislação no desenvolvimento do setor. A metodologia utilizada consiste em uma pesquisa bibliográfica e análise quantitativa de dados obtidos de fontes governamentais e institucionais do setor elétrico. Como principais resultados, destaca-se o crescimento expressivo da GD no Brasil, impulsionado pelo marco regulatório, mas também a identificação de desafios, como custos de conexão, tributação e adaptação das redes de distribuição. Conclui-se que, apesar dos avanços na regulamentação, ainda há barreiras para um crescimento sustentável da GD, sendo fundamental o aprimoramento das políticas de incentivo e a adaptação da infraestrutura elétrica para melhor integração dessas fontes renováveis.

Palavras-Chave: Geração Distribuída. Sistema Elétrico Brasileiro. Diversificação da Matriz Elétrica Brasileira. Energias Renováveis. Micro e Minigeração.

ABSTRACT

Distributed Generation (DG) has been established as a sustainable alternative for diversifying the Brazilian energy matrix, driven by regulatory and technological advances. This study aims to analyze the current state of DG in Brazil, with an emphasis on the regulations established by Law No. 14.300/2022, and to conduct a case study in the state of Santa Catarina, assessing the impacts of this legislation on the sector's development. The methodology includes a bibliographic review and a quantitative analysis of data obtained from governmental and institutional sources in the electricity sector. The main findings highlight the significant growth of DG in Brazil, driven by the regulatory framework, but also reveal challenges such as connection costs, taxation, and adaptation of distribution networks. It is concluded that, despite regulatory advances, barriers to sustainable DG growth still exist, making it essential to improve incentive policies and adapt the electrical infrastructure for better integration of these renewable sources.

Keywords: Distributed Generation. Brazilian Electrical System. Diversification of the Brazilian Electrical Matrix. Renewable Energies. Micro and Minigeneration.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Sistema de geração centralizada.....	21
Figura 2 - Configuração atual do sistema elétrico nacional.....	22
Figura 3 - Exemplo de geração fotovoltaico residencial.....	24
Figura 4 - Usina solar da Celesc em Lages.....	25
Figura 5 - Tipos de aerogeradores de acordo com o eixo.....	26
Figura 6 - Casa com geração solar e eólica.....	26
Figura 7 - Microturbina Wórtice.....	27
Figura 8 - Exemplo de MCH.....	28
Figura 9 - Linha do tempo da GD.....	30
Figura 10 - Exemplo da utilização do net metering.....	33
Figura 11 - Pontos importantes do novo marco legal.....	41
Figura 12 - Ilustração do funcionamento do GFC.....	43
Figura 13 - Geração compartilhada.....	46
Figura 14 - Número de novos consumidores de MMGD no Brasil (2013-2023).....	48
Figura 15 - Número de unidades de GD por estado em 2023.....	50
Figura 16 - Participação em potência por classe no Brasil.....	50
Figura 17 - Participação por fonte de energia na GD anual no Brasil.....	51
Figura 18 - Potência instalada da GD (2014-2023) no Brasil.....	52
Figura 19 - Número de novos consumidores de MMGD em SC (2013-2023).....	53
Figura 20 - Participação em potência por classe consumidora em SC.....	54
Figura 21 - Participação em potência por fonte de GD.....	55
Figura 22 - Classe de consumo de GD.....	56
Figura 23 - Comparação anual de novos clientes da GD no Brasil e em SC.....	57

LISTA DE TABELAS

Tabela 01- Custo de investimento para cálculo da GFC de minigeração distribuída.....	44
--	----

LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

ABSOLAR	Associação Brasileira de Energia Solar
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
CNN	Cable News Network
ELETROBRÁS	Centrais Elétricas Brasileiras
ELETROSUL	Empresa Transmissora de Energia Elétrica do Sul do Brasil
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
GC	Geração Centralizada
GD	Geração Distribuída
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICMS	Imposto Sobre Circulação de Mercadorias e Prestação de Serviços
IFSC	Instituto Federal de Santa Catarina
INEE	Instituto Nacional de Eficiência Energética
kW	Quilowatts
kWh	Quilowatts hora
MCH	Micro Central Hidrelétrica
MMGD	Micro e Minigeração Distribuída
MW	Megawatts
ONS	Operador Nacional do Sistema
ONU	Organização das Nações Unidas
PCH	Pequena Central Hidrelétrica
PERS	Programa de Energia Renovável Social

PROINFA Elétrica	Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia
SCEE	Sistema de Compensação de Energia Elétrica
SIN	Sistema Interligado Nacional
TUST	Tarifa de Uso dos Sistemas de Transmissão
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina
UNIVALI	Universidade do Vale do Itajaí
VR	Valor de Referência

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	15
1.1 Problematização e Tema.....	15
1.2 Justificativa.....	17
1.2 Objetivo Geral.....	18
1.2.1 Objetivo específico.....	18
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	20
2.1 Geração Distribuída e Geração Centralizada.....	20
2.2 Principais Tecnologias da Geração Distribuída.....	23
2.2.1 Painéis fotovoltaicos.....	23
2.2.2 Geradores eólicos de pequena escala.....	25
2.2.3 Microturbina.....	27
2.2.4 Mini central hidrelétrica (MCH).....	27
2.3 Principais Benefícios da Geração Distribuída.....	29
2.4 Regulamentações Anteriores ao Novo Marco Regulatório de 2022.....	30
2.5 Geração Distribuída e o Marco Regulatório de 2004.....	31
2.5.1 A definição da GD pelo decreto nº 5.163.....	32
2.6 Resoluções Normativas Posteriores ao Marco Regulatório de 2004.....	32
3 METODOLOGIA DE PESQUISA.....	35
3.1 Método e Tipo de Pesquisa.....	35
3.2 Dados da Pesquisa.....	35
4 ATUAL REGULAMENTAÇÃO DA GD E OS CENÁRIOS NO BRASIL E EM SANTA CATARINA.....	37
4.1 Novo Marco Regulatório da Geração Distribuída - Lei nº 14.300/2022.....	37
4.1.1 O papel da GD de acordo com o Decreto.....	39
4.1.2 Alterações relevantes e impactos na segurança da GD.....	40
4.1.2.1 Consumo mínimo faturável.....	41
4.1.2.2 Compensação de energia e a cobrança do percentual do TUSD.....	42
4.1.2.3 Garantia do fiel cumprimento (GFC).....	43
4.1.2.4 Geração compartilhada e suas novas categorias.....	44
4.1.2.5 Projetos de infraestrutura.....	46
4.3 Geração Distribuída no Brasil e em Santa Catarina.....	47
4.3.1 Análise de dados da GD no Brasil.....	47
4.3.2 Análise de dados da GD em Santa Catarina.....	52
4.4 Análise Comparativa da GD no Brasil e em Santa Catarina.....	56
5 CONCLUSÃO.....	59
REFERÊNCIAS.....	61

1 INTRODUÇÃO

1.1 Problematização e Tema

A geração centralizada de energia elétrica no Brasil, caracterizada por centrais geradoras localizadas distantes dos centros consumidores, depende de grandes obras de transmissão e de um sistema elétrico robusto. Além da demanda técnica, esses projetos exigem elevados investimentos para a expansão da capacidade de geração e estão sujeitos a rígidas regulamentações ambientais. A construção de uma usina hidrelétrica, por exemplo, envolve um aporte financeiro significativo e complexas exigências legais. Ademais, a dependência de uma única fonte de energia aumenta a vulnerabilidade do sistema a crises de abastecimento, como o racionamento energético em períodos de escassez hídrica.

Diante desse cenário, surge a necessidade de se explorar outras formas de geração de energia capazes de atender à crescente demanda energética do país. A transição para um modelo mais diversificado, impulsionado pela liberalização dos mercados de energia e pelo fortalecimento das políticas ambientais, abre espaço para a Geração Distribuída (GD). A GD consiste na possibilidade de gerar energia elétrica no local ou próximo ao ponto de consumo, utilizando diferentes tecnologias de geração. No Brasil, as fontes mais comuns incluem geradores a combustão, a gás, a vapor, pequenas centrais hidrelétricas (PCHs), aerogeradores e, mais recentemente, sistemas fotovoltaicos.

A GD fotovoltaica, em particular, começou a ganhar relevância no Brasil após o Decreto nº 5.163/2004, que trouxe os primeiros estímulos para a modalidade. Comparado a países como Estados Unidos, Alemanha e Japão, onde os sistemas fotovoltaicos começaram a ser instalados em telhados residenciais e comerciais na década de 1980, o Brasil ainda apresentava um cenário incipiente (Romagnoli, 2005). Contudo, o Decreto nº 5.163/2004 introduziu um marco importante para o desenvolvimento da GD, estabelecendo diretrizes para a inserção dessa modalidade no sistema elétrico nacional.

No Brasil, a definição de Geração Distribuída surgiu no Decreto de Lei nº 5.163/2004, e em 6 de janeiro de 2022 instituiu-se o marco legal da microgeração e minigeração distribuída, com o Sistema de Compensação de Energia Elétrica (SCEE) e o Programa de Energia Renovável Social (PERS). Sobre o tema, a associação brasileira de energia solar fotovoltaica (ABSOLAR) nos traz o seguinte:

A Geração Distribuída traz diversos benefícios econômicos e ambientais para sociedade, sendo possível destacar alguns como: redução da necessidade imediata de investimentos em novas usinas de geração de energia elétrica, redução das linhas de

transmissão e infraestrutura de distribuição, redução de perdas devido a não necessidade de transmitir a grandes distâncias, alívio na operação do sistema, diminuição do acionamento de termelétricas que são poluentes e possuem maior custo de geração, redução de emissões de gases do efeito estufa, geração de emprego e renda, diversificação da matriz elétrica, entre outros...(ABSOLAR, 2020).

Após esta regulamentação de 2004, a Agência Nacional de Energia Elétrica na Resolução Normativa nº 482/2012 lança um marco importante sobre a regulamentação da GD no Brasil. Ela estabeleceu as bases para a conexão de sistemas de geração de pequeno porte à rede elétrica, incentivando a adoção de fontes renováveis descentralizadas. Os principais pontos da resolução são: compensação de energia, limite de potência, sistemas de medição e a conexão simplificada. Em 2015, a ANEEL na Resolução Normativa nº 687/2015 faz algumas alterações e melhorias importantes sobre as regras da GD e inclui a possibilidade da geração compartilhada, que é uma das mudanças mais significativas.

Por fim, em 2022 foi aprovado a Lei nº 14.300/2022 como marco legal da geração distribuída, que está em vigor e trouxe profundas mudanças nas resoluções anteriores, estabelecendo novas regras, ajudando a aumentar a segurança jurídica para investidores da GD.

Sabendo que o Brasil tem um grande potencial para a GD, este tema é abordado constantemente nos meios acadêmicos, como por exemplo em: (Romagnoli, 2005), (Dias, 2005), (Rodrigues, 2019), (Miranda, 2019) e (Vargas, 2020). Os trabalhos citados são alguns exemplos de como esse tema é relevante e atual. A GD no Brasil enfrenta desafios tanto na parte técnica quanto na parte regulatória e a sua integração à rede elétrica existente requer o desenvolvimento de sistemas de controle e proteção para lidar com a intermitência e variabilidade das fontes renováveis, como da energia solar e eólica, garantindo a estabilidade do sistema e a qualidade da energia durante a operação conjunta com a geração centralizada.

Este trabalho de conclusão de curso baseia-se na realização de pesquisa bibliográfica sobre o atual cenário e regulamentação da GD no Brasil, com destaque para a análise das regulamentações criadas, especialmente a Lei nº 14.300/2022, que estabeleceu o marco legal da microgeração e minigeração distribuída. Além disso, realiza-se um estudo de caso no estado de Santa Catarina, com o intuito de apresentar os dados da GD no Brasil e no estado, comparar o crescimento regional e nacional, e verificar as barreiras para o avanço desse setor à luz das mudanças introduzidas por essa legislação e outros instrumentos regulatórios, como o Decreto nº 5.163/2004 e a Resolução Normativa nº 482/2012 da ANEEL.

1.2 Justificativa

Atualmente, com o avanço na produção e redução no custo de novas tecnologias, a matriz energética mundial está mudando. O uso de fontes renováveis tem recebido especial incentivo com o intuito de garantir um desenvolvimento sustentável para não prejudicar o meio ambiente e as próximas gerações. A Organização das Nações Unidas (2015, p. 7) lançou, em 2015, a Agenda 2030, na qual seus 193 membros adotaram uma nova política global tendo 17 objetivos específicos, sendo energia acessível e limpa o 7º objetivo.

Seguindo a tendência mundial, a GD alcançou em julho de 2022, 12,2 GW de potência instalada no Brasil, dos quais 11,9 GW são de instalações fotovoltaicas, de acordo com dados da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). Há um grande otimismo no setor da GD devido a alguns fatores: a crise hídrica, a aprovação do marco legal da micro e minigeração, e o aumento do preço da energia elétrica. De acordo com a Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica (ABSOLAR, 2022), o país encerrou o ano com mais de 13,6 GW de potência operacional da fonte solar. De acordo com o ranking mundial de geração solar, a China lidera, com 306 GW, seguida pelos Estados Unidos (93 GW), Japão (74 GW), Alemanha (58 GW), e Índia (49 GW).

Conforme dados da ANEEL (2023), o Brasil possui uma potência total instalada de 205 GW na sua matriz energética. A geração hídrica segue como a principal fonte de energia, com 109 GW, representando 51% do total. A fonte solar fotovoltaica atingiu a marca de 23,9 GW de potência operacional instalada, seguida da eólica, com 25,6 GW. Sobre o crescimento da energia solar, podemos afirmar que “O crescimento do mercado de Energia Solar no Brasil foi, também, impulsionado pela GD, visto que a maioria dos produtores de GD prefere fazer uso da fonte solar, este segmento denominado Geração Distribuída Fotovoltaica.” (PORTAL SOLAR, 2019).

Com o avanço das políticas de incentivo ao uso de fontes renováveis e a redução nos custos de aquisição dessas tecnologias, tornou-se essencial revisar o cenário atual à luz dos novos marcos regulatórios estabelecidos pelas agências reguladoras e pelo governo. Este trabalho tem como objetivo atualizar e analisar esse cenário, com foco específico em identificar as barreiras que ainda impedem um crescimento mais acelerado desse setor e em destacar as vantagens oferecidas aos consumidores que optam por sistemas de geração renovável. Além disso, busca-se realizar um estudo comparativo da situação de Santa Catarina em relação a outros estados, considerando os impactos das recentes mudanças legislativas e regulatórias.

Uma análise comparativa relevante pode ser encontrada no estudo realizado sobre a GD no estado de Minas Gerais, que destaca as políticas públicas e regulamentações que impulsionaram o crescimento da GD entre 2012 e 2017. Esse estudo aponta que a Resolução Normativa ANEEL nº 482/2012 foi um marco importante, estabelecendo condições gerais para o acesso de micro e minigeração distribuída, e que a revisão feita em 2015 pela Resolução Normativa ANEEL nº 687/2015 permitiu a expansão da GD em condomínios e cooperativas (Silva et al. 2017).

Além disso, um estudo sobre a inserção da geração distribuída de energia solar no contexto das pequenas e médias empresas revelou que essa modalidade é essencial para o desenvolvimento sustentável e a redução de custos operacionais. Destacou-se a influência das políticas públicas e incentivos governamentais para o crescimento do setor (Vargas, 2020).

Esse contexto reforça a importância de uma análise detalhada das políticas e regulamentações que influenciam a GD no Brasil, especialmente em estados como Santa Catarina, para identificar oportunidades e desafios específicos, proporcionando *insights* únicos que possam contribuir para o desenvolvimento sustentável do setor.

1.2 Objetivo Geral

Analisar o cenário atual da Geração Distribuída no Brasil, com foco na regulamentação estabelecida pela Lei nº 14.300/2022, e realizar um estudo de caso no estado de Santa Catarina, avaliando os impactos dessa regulamentação no desenvolvimento do setor e identificando as principais barreiras para o crescimento sustentável da GD no país.

1.2.1 Objetivo específico

Para atingir o objetivo geral este trabalho apresenta-se os seguintes objetivos específicos:

- a) Analisar a evolução da Geração Distribuída no Brasil nos últimos 10 anos, destacando os fatores econômicos e regulatórios que impulsionaram esse crescimento;
- b) Identificar as principais fontes de Geração Distribuída no Brasil, com foco na micro e minigeração distribuída, e a contribuição de cada uma para a matriz energética do país;

- c) Avaliar o impacto da Lei nº 14.300/2022 na Geração Distribuída no Brasil, destacando as mudanças regulatórias e seu efeito sobre consumidores e concessionárias de energia;
- d) Realizar uma análise comparativa entre o desenvolvimento da GD no Brasil e no Estado de Santa Catarina, com ênfase nas barreiras regulatórias, incentivos fiscais e adesão da população.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Geração Distribuída e Geração Centralizada

De acordo com o Instituto Nacional de Eficiência Energética (INEE), o termo GD é utilizado para explicitar métodos de geração de energia elétrica que se encontram junto ou próximo ao usuário final, ou seja, conectados à rede de distribuição, independente da fonte, e da tecnologia utilizada. Ainda, se refere à produção de energia elétrica em pequena escala, geralmente próxima aos pontos de consumo, em contraposição da geração centralizada que ocorre em usinas de grande porte e distantes dos consumidores. A capacidade máxima de geração é definida em lei e regulada pela ANEEL.

A geração centralizada (GC) conhecida como o modelo tradicional de geração de energia ainda desempenha um papel significativo na infraestrutura energética, especialmente em áreas onde a demanda é alta. Grandes usinas de energia, como usinas hidrelétricas, nucleares ou de combustíveis fósseis, oferecem uma base sólida para atender à demanda consistente de energia.

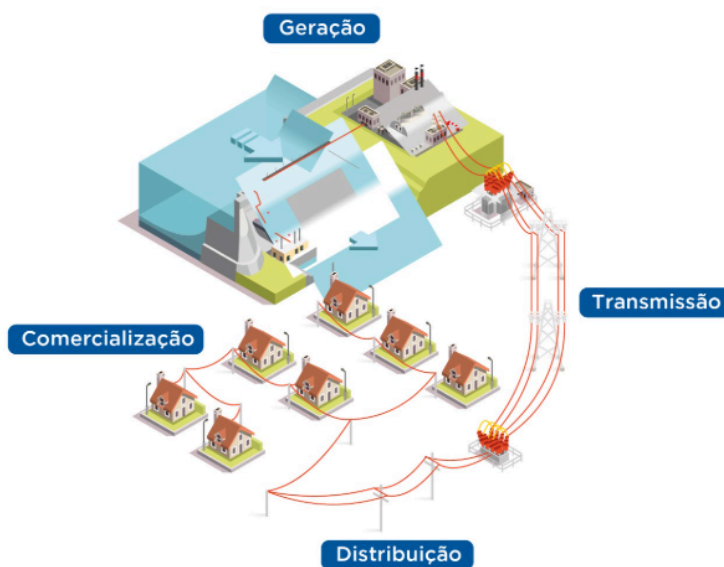
A GD contrasta com o modelo tradicional de geração de energia, em que grandes usinas geradoras produzem energia em locais remotos e a enviam por longas distâncias através das redes de transmissão até os centros de consumo. No entanto, esse modelo centralizado apresenta desafios, como perdas de transmissão, congestão da rede e vulnerabilidade a interrupções. A GD busca superar esses desafios ao aproximar a geração da demanda, minimizando perdas e aumentando a eficiência geral do sistema elétrico. Este conceito de GD é amplamente aberto a possibilidades e apresenta uma amplitude significativa. Para enfatizar essa abrangência, são oferecidas duas ilustrações que retratam modelos simplificados de sistemas energéticos.

Na Figura 1, é apresentado um sistema tradicional com geradores de grande porte, os quais suprem demandas de carga substanciais. Esses geradores centralizados se conectam a amplas redes de transmissão, as quais por sua vez distribuem a energia por meio de linhas extensas. Esta energia é então reduzida para níveis de tensão inferiores, a fim de abastecer residências, além de consumidores industriais e comerciais.

Atualmente essa forma de geração de energia elétrica tem gerado ampla discussão referente a mitigação dos impactos ambientais, fazendo com que se aumente a procura por novas maneiras de geração. É importante observar que a transição de um modelo centralizado

para um modelo distribuído requer uma abordagem holística que envolva regulamentações, políticas públicas, tecnologias avançadas e mudanças na infraestrutura elétrica para garantir um fornecimento de energia confiável e sustentável.

Figura 1 - Sistema de geração centralizada.



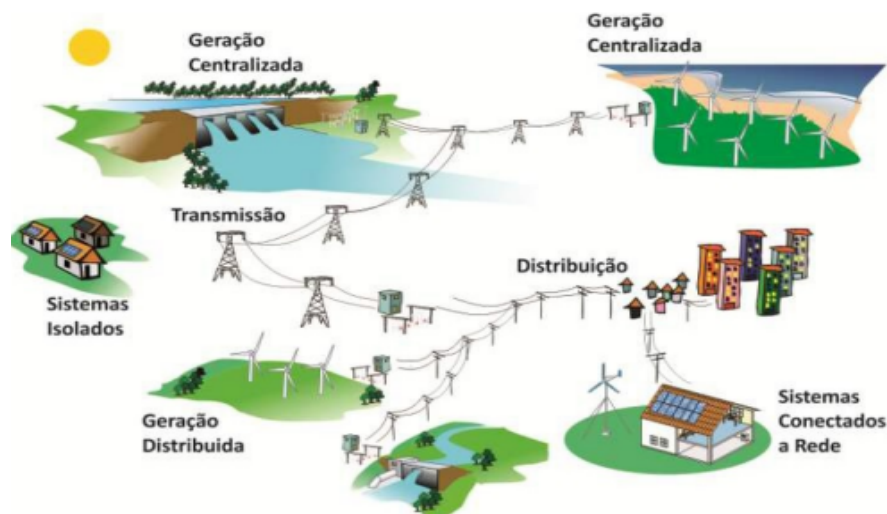
Fonte: CNI (2021).

Embora a GD tenha o potencial de desempenhar um papel importante na diversificação e na transição para fontes de energia mais limpas, é importante reconhecer que o futuro do suprimento de energia envolve uma combinação de geração centralizada e distribuída, aproveitando as vantagens de ambos os modelos para garantir um suprimento confiável e sustentável.

Ao integrar ambas as abordagens, pode-se obter um sistema energético mais resiliente, eficiente e sustentável, sendo a GD um importante amortecedor contra interrupções no fornecimento de energia, enquanto a geração centralizada fornece a base necessária para atender à demanda em larga escala.

Ao trabalhar em conjunto, esses modelos podem garantir que tenha um suprimento de energia confiável, acessível e ambientalmente responsável para as gerações futuras. A Figura 2 mostra a integração da GC e GD no sistema elétrico nacional.

Figura 2 - Configuração atual do sistema elétrico nacional.



Fonte: ANEEL (2008), adaptado por Montezano (2013).

- **Regulamentação dos Mercados de Energia**

As mudanças nas regulamentações energéticas têm favorecido a adoção da GD, permitindo a participação mais ativa de consumidores na produção de energia e estabelecendo regras mais flexíveis para a conexão de sistemas de geração menores à rede elétrica.

Desde 2004, quando aconteceu a primeira regulamentação considerado o Marco Regulatório da GD no Brasil, a regulamentação já passou por várias mudanças devido a necessidade de se atualizar de acordo com o aumento da produção de energia descentralizada, que vinham junto com a diminuição dos custos para aquisição desses sistemas de geração pelo fato de modernização dos centros de pesquisas e concorrências para esses produtos.

- **Requisitos Ambientais**

Nos últimos anos, a busca por fontes de energia mais limpas e sustentáveis tem se intensificado devido às preocupações crescentes com as mudanças climáticas e a degradação ambiental. Nesse contexto, a GD tem se destacado como uma solução promissora para atender aos requisitos ambientais, ao mesmo tempo em que oferece uma abordagem eficiente e resiliente para suprir as demandas energéticas.

Além de que, a edificação de centrais elétricas de grande envergadura e a aquisição de faixas de servidão destinadas a novas linhas de transmissão estão enfrentando obstáculos cada vez mais significativos, em virtude de confrontos com entidades de preservação ambiental e o aumento da expansão urbana.

- **Valor de Investimento**

A GD muitas vezes envolve investimentos menores se comparada à construção de grandes centrais elétricas. Isso torna a geração própria de energia acessível a um número maior de indivíduos e empresas, permitindo maior autonomia energética e redução nos custos a longo prazo e também a possibilidade de aumento por se tratar de um sistema modular. Além disso, os avanços tecnológicos têm permitido a miniaturização e maior eficiência de equipamentos de geração distribuída, como painéis solares, turbinas eólicas de pequeno porte e sistemas de armazenamento de energia, impulsionando a adoção dessas tecnologias e diminuindo o preço de aquisição.

Em resumo, a GD tem ganhado relevância devido à combinação de regulamentações favoráveis, preocupações ambientais, vantagens de investimento, avanços tecnológicos e a busca por maior autonomia energética em um cenário de crescimento urbano e limitações de espaço.

2.2 Principais Tecnologias da Geração Distribuída

Como já abordado anteriormente, a GD vem se intensificando nos últimos anos no Brasil, e grande parte desta geração vem por meio de usinas de pequeno e médio porte conectadas em média tensão. Entretanto, as conexões em baixa tensão têm aumentado significativamente desde o marco regulatório da GD em 2004.

A GD utiliza uma variedade de fontes de energia para produzir eletricidade de forma descentralizada, atendendo as demandas locais e regionais. O objetivo aqui é apresentar as tecnologias frequentemente usadas no Brasil: painéis fotovoltaicos, turbinas eólicas de pequena escala e microturbinas. A Resolução 482/2012 afirmou que:

É permitido o enquadramento de geração distribuída às centrais geradoras que utilize cogeração qualificada, conforme regulamentação da ANEEL, ou fontes renováveis de energia elétrica, conectada na rede de distribuição por meio de instalações de unidades consumidoras. As principais tecnologias empregadas no Brasil são: usinas fotovoltaicas, geração eólica e geração térmica. (ANEEL, 2012).

2.2.1 Painéis fotovoltaicos

A geração de energia elétrica fotovoltaica é obtida através da conversão da energia luminosa do sol em para energia elétrica. A forma de produção dos painéis é através de semicondutores de silício, composto por diodos espalhados em uma superfície. É importante

ressaltar que quanto maior o tamanho da placa de silício, maior será a capacidade de geração de energia elétrica.

Conforme os arranjos em série e paralelo dessas placas, podemos prover maiores tensões ou correntes de acordo com o projeto de cada empreendimento. Os módulos fotovoltaicos produzem eletricidade em corrente contínua de baixa tensão, sendo necessária a utilização de inversores para adequação com a rede elétrica. Na Figura 3, podemos observar a produção da energia fotovoltaica em uma residência.

Figura 3 - Exemplo de geração fotovoltaico residencial.



Fonte: (PORTAL SOLAR, 2023).

Embora seja possível a construção de usinas solares fotovoltaicas de médio porte, conectadas a redes de média e alta tensão, a principal aplicação da GD espera-se ser em pequenos sistemas conectados às redes de baixa tensão, predominantemente em nível residencial e comercial. A utilização de células fotovoltaicas para a produção de energia elétrica no contexto da GD destaca-se como uma das alternativas mais promissoras, devido à sua longa vida útil, estimada em cerca de 25 anos, e à baixa necessidade de manutenção, desde que a instalação seja realizada adequadamente.

O custo de compra e instalação desses sistemas tem diminuído significativamente, impulsionado por avanços tecnológicos que baratearam tanto as placas fotovoltaicas quanto os inversores. Esse cenário evidencia o potencial transformador da energia solar fotovoltaica, consolidando-a como uma solução estratégica para o desenvolvimento sustentável no Brasil.

A Figura 4 ilustra um exemplo de usina solar destinada à geração de energia em maior escala, com potência instalada de 1 MW, esta usina geradora está denominada como

minigeração distribuída sendo ainda considerada uma GD, pois se enquadra nos limites estabelecidos pela Lei 14.300/2022 para MMGD.

Figura 4 - Usina solar da Celesc em Lages.



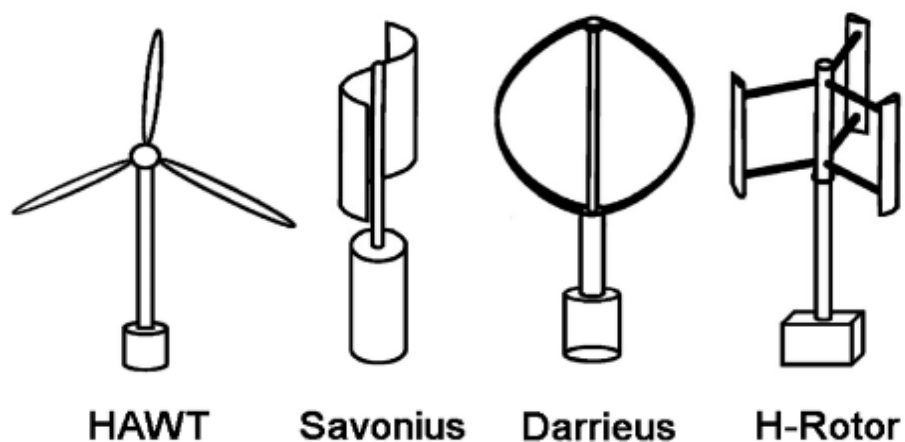
Fonte: (CELESC, 2022).

2.2.2 Geradores eólicos de pequena escala

A energia eólica é gerada a partir da movimentação das massas de ar, ou seja, do vento. Essa forma de energia tem sido aproveitada ao longo de muitos anos, principalmente para impulsionar embarcações e bombear água. O processo de conversão de energia por meio das turbinas eólicas acontece quando o vento interage com as pás do cata-vento, transformando a energia cinética em energia elétrica. O movimento das pás gera energia mecânica, que por sua vez, aciona o rotor do aerogerador, gerando eletricidade. A conversão de energia está relacionada à densidade do ar, área coberta pela rotação das pás e pela velocidade dos ventos no local.

Existem dois tipos de aerogeradores: eixo vertical e eixo horizontal. A Figura 5 ilustra os tipos de aerogeradores de acordo com o eixo sendo Hawt de eixo horizontal e Savonius Darrieus e H-Rotor de eixo vertical. A frequência dos ventos representa um desafio significativo quando se trata da integração deste tipo de geração no sistema elétrico. A inconsistência na disponibilidade dos ventos e suas flutuações sazonais complicam a estimativa precisa da capacidade de geração de energia proveniente dessa fonte. Tanto a energia eólica quanto a fotovoltaica têm experimentado um crescimento significativo entre as fontes de energia renovável.

Figura 5 - Tipos de aerogeradores de acordo com o eixo.



Fonte: (BLOG DA ENGENHARIA, 2020).

A Figura 6 demonstra como poderia ser utilizado esses dois tipos de geração em uma residência, evidenciando seu potencial para a diversificação e a descentralização do suprimento de energia, abordando o que há de melhor em cada sistema e levando em consideração suas peculiaridades de geração em determinadas épocas e intensidades de vento e de sol.

Figura 6 - Casa com geração solar e eólica.



Fonte: (ENERGIAECO, 2024).

2.2.3 Microturbina

Microturbinas são pequenas unidades geradoras normalmente com capacidade variável entre 30 kW e 500 kW projetadas para prover energia elétrica e térmica localmente e com baixos custos de manutenção e baixas taxas de emissão de gases poluentes. Podem utilizar diversos combustíveis, dentre eles: gasolina, gás natural, gás propano liquefeito (GLP), biogás, gás de poços de petróleo, diesel e querosene.

São diversos os benefícios associados à utilização de microturbinas. Entre eles, destacam-se a facilidade de instalação e operação, aquisição com custos reduzidos, eficiência no consumo de combustível e, sobretudo, a capacidade de ajustar a geração de energia de acordo com a demanda. Basta adicionar novas unidades em paralelo em caso de aumento na demanda de energia. A Figura 7 representa um sistema de microturbina para geração de energia elétrica da fabricante Wörtice.

Figura 7 - Microturbina Wörtice.



Fonte: (WÓRTICE Energia, 2021).

2.2.4 Mini central hidrelétrica (MCH)

De acordo com a ANEEL, a maior parte da energia gerada no Brasil provém de recursos uma forma de geração de energia amplamente consolidada. Tendo como exemplo, a usina binacional de Itaipu. A primeira edição do manual de Minicentrals Hidrelétricas (MCH)

(Eletrobras, 1982) afirma que uma usina hidrelétrica poderia ser classificada como um micro central hidrelétrico quando:

- a) Apresenta a potência instalada total de até 100 kW para micro central e de 100 kW até 1MW para minicentral;
- b) Não requer obras em túneis, por exemplo, condutor adutor, desvio de rio e conduto forçado.

Portanto a MCH é uma usina hidrelétrica de porte muito pequeno que opera a nível de fio d'água não necessitando de grande reservatório. Normalmente utilizados em pequenas fazendas que aproveitam desse recurso presente em sua propriedade. Na Figura 8 é apresentado um sistema de MCH desenvolvido pela empresa Oak Energia.

Dessa forma, a microgeração de energia hidrelétrica através de MCH se apresenta como uma alternativa tecnológica de grande relevância para a geração sustentável de energia elétrica. Ela utiliza a vazão e as quedas naturais dos cursos d'água para gerar eletricidade, sem causar impactos significativos no ecossistema local.

Figura 8 - Exemplo de MCH.



Fonte: (OAK Energia, 2020).

Além de sua contribuição para a sustentabilidade, a geração hidrelétrica por meio de Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs) e Microcentrais Hidrelétricas (MCHs) oferece diversas vantagens, a independência energética para pequenos consumidores e a redução de perdas elétricas, já que a geração ocorre próxima ao ponto de consumo.

2.3 Principais Benefícios da Geração Distribuída

A GD oferece uma série de benefícios tanto para as concessionárias de energia quanto para os consumidores e o meio ambiente. Vamos analisar esses benefícios em cada uma dessas categorias:

1. Benefícios à Concessionária

A adoção da GD permite a inclusão de uma variedade de fontes de energia, como solar, eólica, biomassa e outras, diversificando a matriz energética da concessionária e reduzindo sua dependência de fontes fósseis, ajudando no alívio da demanda e redução das perdas.

Redução da carga nos sistemas de transmissão e distribuição de energia, aliviando a demanda nas linhas de transmissão e diminuindo as perdas elétricas durante a distribuição. Tornando o sistema elétrico mais resiliente a falhas, pois a geração está distribuída em várias localidades. Isso ajuda a evitar grandes quedas de energia em caso de problemas em uma usina centralizada.

Atendimento de energia elétrica em áreas remotas ou de difícil acesso, onde a expansão das redes de distribuição tradicionais pode ser cara. Permitindo que essas áreas tenham acesso confiável à energia.

2. Benefícios ao Consumidor

Investimentos em sistemas de GD pressupondo que consumidores que investem em sistemas, como painéis solares, podem reduzir significativamente suas contas de energia, uma vez que geram parte ou toda a energia de que precisam.

A adoção desses sistemas conduz a autossuficiência energética dos consumidores, diminuindo sua dependência da rede elétrica convencional. Em certos modelos de GD os produtores podem vender essa energia para o mercado elétrico, sendo uma fonte de lucro para investidores.

3. Benefícios Socioambientais

A GD a partir de fontes renováveis, como solar e eólica, contribui para a redução das emissões de gases de efeito estufa e para a mitigação das mudanças climáticas. Além disso, a instalação e manutenção desses sistemas podem gerar empregos locais na área de energia renovável e tecnologia, fortalecendo assim a economia regional.

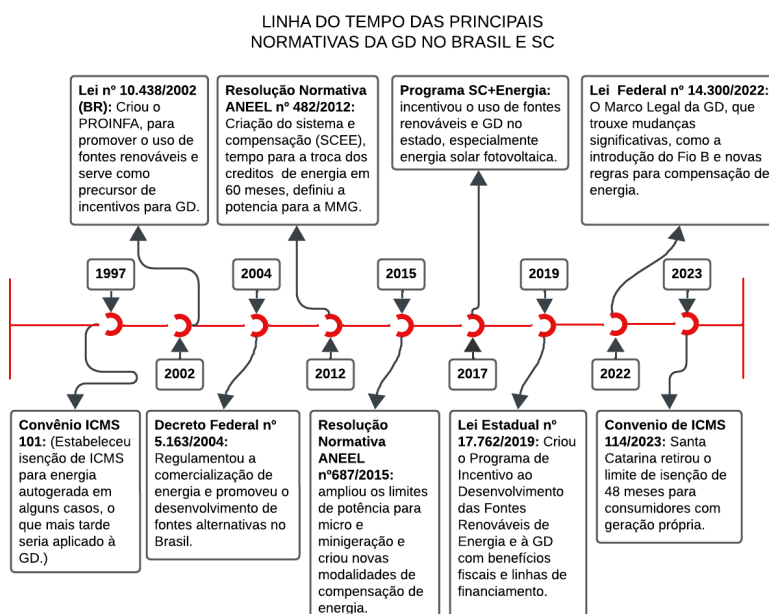
Outro ponto importante é que ao descentralizar à geração de energia, a GD capacita os indivíduos a produzirem sua própria energia, assim diminuindo a dependência das grandes empresas de energia. Esse movimento rumo à autonomia energética não apenas beneficia os consumidores, mas também contribui para a diversificação e limpeza da matriz elétrica.

Em suma, a GD traz uma série de vantagens para as concessionárias, consumidores e ao meio ambiente. Promove a sustentabilidade energética, reduzindo os custos associados à energia elétrica e impulsiona a transição para uma matriz energética mais limpa e diversificada.

2.4 Regulamentações Anteriores ao Novo Marco Regulatório de 2022

A Figura 9, apresenta uma linha do tempo com as principais normativas que moldaram o cenário da GD no Brasil e em Santa Catarina, destacando leis, decretos e resoluções que impulsionaram o desenvolvimento das fontes renováveis de energia. Esta linha do tempo contextualiza o avanço da legislação e das políticas públicas no setor energético, oferecendo uma visão cronológica dos incentivos e regulamentações, incluindo o marco regulatório de 2022.

Figura 9 - Linha do tempo da GD.



Fonte: O autor.

A linha do tempo destaca o desenvolvimento regulatório que impulsionou o GD no Brasil, com atenção especial às iniciativas em Santa Catarina. O objetivo é evidenciar como as normativas foram estruturadas para promover o uso de fontes renováveis, ampliar a acessibilidade e viabilizar o crescimento sustentável desse modelo. Um ponto importante a salientar é que o marco regulatório de 2004 que começou mudanças importantes no setor elétrico.

2.5 Geração Distribuída e o Marco Regulatório de 2004

A Lei nº 10.848, sancionada em 2004, representa um marco crucial no cenário regulatório e operacional do setor elétrico brasileiro. Ela foi elaborada com o objetivo de reestruturar e modernizar esse setor, proporcionando maior segurança energética, promovendo a concorrência e atraindo investimentos.

Dispõe sobre a comercialização de energia elétrica, altera as Leis n.º 5.655, de 20 de maio de 1971, 8.631, de 4 de março de 1993, 9.074, de 7 de julho de 1995, 9.427, de 26 de dezembro de 1996, 9.478, de 6 de agosto de 1997, 9.648, de 27 de maio de 1998, 9.991, de 24 de julho de 2000, 10.438, de 26 de abril de 2002, e dá outras providências. (BRASIL, 2004).

Instituiu o mercado atacadista de energia (MAE), um ambiente de negociação onde os agentes do setor elétrico, como geradoras, distribuidoras e comercializadoras, podem comprar e vender energia elétrica de forma transparente e regulamentada. Isso trouxe maior eficiência ao mercado, incentivando a competição e introduziu o conceito de "contratação de energia".

As distribuidoras são obrigadas a contratar uma quantidade mínima de energia por meio de leilões e contratos bilaterais para garantir o abastecimento seguro e contínuo de eletricidade.

A legislação determinou que a contratação de energia pelas distribuidoras e consumidores especiais ocorresse por meio de leilões públicos. Isso contribuiu para a transparência e a concorrência, além de atrair investidores para o setor. A Lei incentivou a geração de energia a partir de fontes renováveis, como a eólica e a solar, por meio de políticas de incentivo e estabelecimento de metas de participação dessas fontes na matriz energética brasileira.

Em síntese, a Lei nº 10.848 de 2004 desempenhou um papel fundamental na modernização do setor elétrico brasileiro, promovendo a eficiência, a segurança energética e a sustentabilidade, ao mesmo tempo em que estimulou a participação de fontes renováveis e atraiu investimentos significativos. Ela continua a ser uma peça central na estrutura regulatória do setor elétrico do Brasil.

2.5.1 A definição da GD pelo decreto nº 5.163

O Decreto de nº 5.163 de 30 de junho de 2004 estabeleceu pela primeira vez o conceito da GD de uma forma ampla e clara como:

Para os fins deste Decreto, considera-se geração distribuída a produção de energia elétrica proveniente de empreendimentos de agentes concessionários, permissionários ou autorizados, incluindo aqueles tratados(...), conectados diretamente no sistema elétrico de distribuição do comprador, exceto aquela proveniente de empreendimento:

I - Hidrelétrico com capacidade instalada superior a 30 MW;

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(...). (Brasil, 2004).

Desta definição, podemos concluir que a legislação brasileira considerou como GD as centrais hidrelétricas com capacidade de até 30 MW, sistemas de cogeração que atendam aos critérios de qualificação e qualquer forma de geração que faça uso de biomassa e resíduos sólidos, independentemente de sua eficiência energética.

2.6 Resoluções Normativas Posteriores ao Marco Regulatório de 2004

- **Resolução Normativa nº 482/2012 ANEEL**

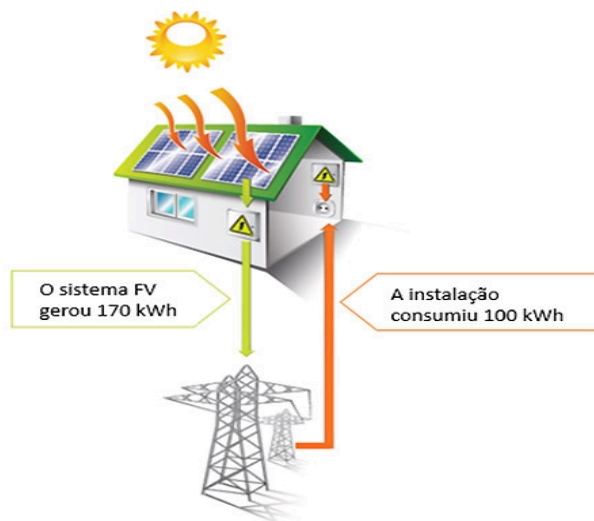
No ano de 2012, a ANEEL promulgou a Resolução Normativa nº 482/2012, um marco crucial que viabilizou a instalação de sistemas de Geração Distribuída em locais como residências individuais, condomínios, estabelecimentos comerciais e indústrias.

Além disso, estabeleceu um inovador mecanismo de compensação para encorajar os consumidores no Brasil a produzirem sua própria energia, conhecido como "*net metering*" ou sistema de compensação de energia para micro e minigeração, que é basicamente o recebimento de crédito em energia elétrica (kWh), para quando a energia elétrica injetada na rede for superior à consumida.

Com o *net metering*, quando a energia gerada for superior à consumida, essa energia se converte em créditos para o cliente. Esses créditos podem ser cumulativos, e a Resolução 482 da ANEEL acrescentou um prazo de validade de até 36 meses para uso. O crédito gerado garante descontos ao cliente quando sua unidade consumidora (UC) consumir mais do que o sistema gerou. A Figura 10 ilustra o funcionamento do *net metering*, o sistema instalado no

telhado da casa gera 170 kWh de energia elétrica e consome 100 kWh de energia elétrica durante este período.

Figura 10 - Exemplo da utilização do net metering.



Fonte: (PORTAL SOLAR, 2017).

Como o sistema gerou mais energia do que o consumo da casa, os 70 kWh excedentes são injetados na rede elétrica, contribuindo para a distribuição de energia. A energia injetada na rede gera créditos de energia, que podem ser utilizados em meses futuros, compensando o consumo e reduzindo a conta de energia.

- **Resolução Normativa nº 687/2015 ANEEL**

A Resolução Normativa nº 687/2015 da ANEEL trouxe diversas alterações em relação à Resolução Normativa nº 482/2012, principalmente no que diz respeito à geração de energia distribuída a partir de fontes renováveis, como a solar fotovoltaica.

A resolução anterior estabelecia um limite de potência para sistemas de microgeração até 100 kW e minigeração de até 1 MW. A Resolução 687/2015 diminuiu o limite da microgeração da normativa 482/2012 para 75 kW, mas aumentou o limite de potência para sistemas de minigeração para até 5 MW para fontes hidráulicas e 3 MW para outras fontes, o que permitiu que sistemas de geração de energia maiores fossem enquadrados nos benefícios da regulação. A resolução de 2015 também permitiu o rateio de créditos de energia entre diferentes unidades consumidoras. Isso é particularmente útil em condomínios ou propriedades com múltiplas unidades, onde a energia gerada por um sistema de geração distribuída pode ser compartilhada entre os diferentes consumidores.

Ampliação da validade dos créditos de energia elétrica para 60 meses. Proibiu também a exigência de adequação do padrão de entrada da unidade consumidora, quando a geração não incorre em aumento da potência já disponibilizada. Reduziu os prazos de tramitação dos processos junto às distribuidoras.

Essas mudanças tiveram o objetivo de incentivar ainda mais a geração de energia distribuída a partir de fontes renováveis no Brasil, tornando o processo mais acessível e econômico para os consumidores. Elas contribuíram para o crescimento significativo da energia solar fotovoltaica e de outras fontes de geração distribuída no país. É importante salientar que essa resolução já não tem mais efeitos devido ao fato de que a atual regulamentação está baseada na Lei nº 14300/2022, conhecida como novo marco regulatório da GD no Brasil.

3 METODOLOGIA DE PESQUISA

3.1 Método e Tipo de Pesquisa

A pesquisa deste trabalho é de natureza exploratória, e seu principal método envolve a investigação de referências bibliográficas junto de uma pesquisa quantitativa para apresentar o crescimento da GD nos últimos anos. Portanto constituindo-se em uma pesquisa para melhoria da compreensão da GD no Brasil com ênfase no estado de Santa Catarina (SC).

Este trabalho apresenta um panorama geral sobre o tema, abordando desde o conceito de Geração Centralizada até a GD, suas principais características e aplicações, com a finalidade de esclarecer e aperfeiçoar os conhecimentos referentes ao assunto. Também é introduzido a evolução e o atual cenário da GD no Brasil e em Santa Catarina.

3.2 Dados da Pesquisa

Como principais fontes de dados, foram utilizados instituições governamentais brasileiras, como: Empresa de Pesquisa Energética (EPE), Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE), Ministério de Minas e Energia (MME), Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) e dados da concessionária de energia elétrica de Santa Catarina (CELESC). Além de dados obtidos de associações como: Associação Brasileira de Geração Distribuída (ABGD), Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica (ABSOLAR). Trabalhos acadêmicos também foram fundamentais para a construção desta análise, como o estudo de (Silva et al. 2017), que analisou a expansão da GD em Minas Gerais, apontando os marcos regulatórios que impulsionaram o setor. Adicionalmente, (Vargas. 2020) explorou a inserção da GD de energia solar em pequenas e médias empresas, destacando a relevância das políticas públicas para o crescimento do setor. Esses trabalhos forneceram uma base sólida para a compreensão do cenário atual e dos desafios enfrentados pela GD no Brasil.

A análise do atual cenário da GD, também foi extraída de artigos e fontes governamentais além de material disponibilizado em revistas eletrônicas sendo que o acervo utilizado para este trabalho está disponibilizado.

Após esta análise, discutiu-se os desafios para o futuro da GD, observando quais os ganhos e suas barreiras para sua expansão. Nesta etapa, também se verificou as vantagens e desvantagens sobre o sistema convencional.

Ao final do trabalho serão apresentadas as considerações sobre a GD no Brasil e discutiremos os desafios para o futuro, e a exploração de temas para trabalhos futuros.

4 ATUAL REGULAMENTAÇÃO DA GD E OS CENÁRIOS NO BRASIL E EM SANTA CATARINA

4.1 Novo Marco Regulatório da Geração Distribuída - Lei nº 14.300/2022

A Lei 14.300, sancionada em 6 de janeiro de 2022, institui o marco legal da microgeração e minigeração distribuída, o Sistema de Compensação de Energia Elétrica (SCEE), o Programa de Energia Renovável Social (PERS) e altera as Leis 10.848, de 15 de março de 2004, e 9.427, de 26 de dezembro de 1996; e dá outras providências.

Separada em 7 capítulos, a Lei 14.300/2022. O Capítulo 1 começa definindo e introduzindo alguns termos utilizados, como o de microrredes, que são a integração sinérgica de diversos recursos, como geração distribuída, armazenamento de energia elétrica e cargas, em um sistema de distribuição secundário

O Capítulo 2 segue estabelecendo diretrizes para a solicitação de acesso e aumento de potência em sistemas de microgeração ou minigeração distribuída, com ou sem armazenamento de energia. Estabelece que as concessionárias devem atender essas solicitações, respeitando as regulamentações. Para projetos de minigeração distribuída, destaca a necessidade de apresentar a Garantia de Fiel Cumprimento (GFC), com valores proporcionais ao investimento. A não conformidade pode resultar no cancelamento do parecer de acesso e o valor pago à concessionária não é devolvido ao cliente.

O Capítulo 3 trata das responsabilidades financeiras relacionadas às solicitações de nova conexão ou alteração da conexão existente para instalação de microgeração ou minigeração distribuída. A participação financeira da concessionária ou permissionária de distribuição e do consumidor-gerador é calculada conforme diretrizes da ANEEL. As responsabilidades financeiras abrangem custos de ampliação de capacidade ou reforma de subestações, alimentadores e linhas existentes. Estes custos devem considerar critérios de dimensionamento técnico mínimo e menor custo global, observando normas de qualidade e investimento prudente definidos pela ANEEL.

O Capítulo 4 aborda o Sistema de Compensação de Energia Elétrica (SCEE) e estabelece as condições para adesão ao sistema. Consumidores com microgeração ou minigeração distribuída, integrantes de empreendimentos com múltiplas unidades consumidoras, geração compartilhada, ou caracterizados como autoconsumo remoto podem aderir ao Sistema de Compensação de Energia Elétrica (SCEE). Consumidores livres que exerceram a opção de compra de energia elétrica e consumidores especiais com aquisição

específica não podem aderir. A Lei 14.300/2022 detalha a alocação de excedentes de energia, a apuração do consumo e injeção na rede, a validade dos créditos, e a possibilidade de solicitar alterações na utilização dos excedentes. Os créditos expiram em 60 meses, sendo revertidos em prol da modicidade tarifária. O consumidor-gerador pode solicitar a distribuição do saldo para outras unidades consumidoras em empreendimentos compartilhados. O livre acesso ao sistema de distribuição é garantido em lei, com ressarcimento pelos consumidores com minigeração distribuída dos custos de transporte envolvidos. As bandeiras tarifárias não incidem sobre a energia excedente compensada. Instalações de iluminação pública podem participar do SCEE, consideradas como unidades consumidoras com microgeração ou minigeração distribuída, atendendo aos requisitos da ANEEL.

O Capítulo 5 trata sobre as implicações para as concessionárias e permissionárias diante da microgeração e minigeração distribuídas, em especial o Artigo 23 autoriza as concessionárias ou permissionárias de distribuição a contratar serviços ancilares de microgeradores e minigeradores distribuídos. Esses serviços beneficiarão as redes ou microrredes de distribuição, com remuneração conforme regulação da ANEEL. A contratação será regulamentada por meio de chamada pública, visando melhorar eficiência, postergar investimentos e reduzir o acionamento termelétrico em sistemas isolados, com o objetivo de diminuir o uso de recursos da Conta de Consumo de Combustíveis (CCC). A lei complementa no artigo 24 que as concessionárias ou permissionárias de distribuição devem realizar chamadas públicas para credenciar interessados na comercialização dos excedentes de geração de energia de microgeradores e minigeradores distribuídos em suas áreas de concessão. Essa comercialização seguirá as regulamentações estabelecidas pela ANEEL, buscando fomentar a participação ativa de terceiros no mercado de excedentes de geração distribuída.

No Capítulo 6, que expõem as disposições transitórias, estabelece medidas temporárias e condições específicas para a transição no contexto de micro e minigeração distribuída. Nesta parte, a lei determina que a Conta de Desenvolvimento Energético (CDE) custeará temporariamente as componentes tarifárias não associadas ao custo da energia, incidentes sobre a energia elétrica, compensada pelas unidades consumidoras no Sistema de Compensação de Energia Elétrica (SCEE).

Por fim, o Capítulo 7 aborda as disposições finais. Este capítulo conclui a legislação sobre microgeração e minigeração distribuídas, estabelecendo disposições para sua implementação e operação. Neste capítulo podemos ressaltar o artigo 28 que define microgeração e minigeração distribuídas como produção de energia elétrica para consumo

próprio. O capítulo estabelece que a ANEEL e as concessionárias ou permissionárias de distribuição devem adequar seus regulamentos, normas e procedimentos para cumprir as disposições desta lei dentro de 180 dias a partir da sua publicação. Define que a ANEEL deve divulgar os custos e benefícios sistêmicos das centrais de microgeração e minigeração distribuída para manter a transparência das informações à sociedade, e nesta parte visa estabelecer as bases legais e operacionais para a integração eficiente e equitativa da microgeração e minigeração distribuídas no sistema elétrico nacional, promovendo a sustentabilidade e inclusão social no acesso à energia renovável.

4.1.1 O papel da GD de acordo com o Decreto

De acordo com a Lei 14.300/2022 a GD tem um papel fundamental no caminho em direção a um futuro mais sustentável e da autoprodução e armazenamento de energia, contribuindo significativamente para a redução das emissões de gases de efeito estufa. Ao substituir fontes de energia fósseis mais poluentes, a GD ajuda a mitigar as mudanças climáticas e a promover um ambiente mais saudável, além de aumentar a diversificação da geração de energia, reduzindo a necessidade de investimentos em infraestrutura de transmissão e distribuição, além de aumentar a resiliência do sistema elétrico a eventos extremos e falhas na rede. Outro ponto importante é a criação de empregos e o desenvolvimento local.

Desde 2012, o Brasil gerou 979,7 mil novos empregos na área de geração de energia solar fotovoltaica. Em julho de 2023, 7,7% da oferta de energia no país veio dessa fonte, segundo a Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica (ABSOLAR, 2023). Nos últimos dez anos, o setor de energia solar fotovoltaica emergiu como líder em crescimento, expandindo de 1,36 milhão de empregos em 2012 para 4,3 milhões em 2021.

Nesse período, a produção mundial atingiu um recorde de 132,8 GW de capacidade instalada de GD. A energia solar fotovoltaica não apenas lidera o crescimento nas energias renováveis, mas também se destaca como o principal empregador dentro deste setor. Com a regulamentação da GD, cria-se um ambiente propício para um estímulo à inovação tecnológica em áreas como armazenamento de energia, sistemas de gestão de energia e integração de fontes renováveis na rede elétrica. Isso leva ao desenvolvimento de soluções mais eficientes, econômicas e sustentáveis para o fornecimento de energia.

Além desses fatores mencionados, a regulamentação cria o engajamento dos consumidores participando ativamente na produção de energia, aumentando sua

conscientização sobre o uso de recursos naturais e promovendo um comportamento mais sustentável em relação à energia.

O papel da GD com a normatização é o estabelecimento dos preceitos para uma segurança jurídica para os consumidores optantes, com isso incentivando os investimentos para produção, armazenamento e transmissão. Ainda, contribui para a mitigação das mudanças climáticas, a diversificação da matriz energética, o desenvolvimento econômico local e a promoção de sistemas de energia mais eficientes e resilientes.

4.1.2 Alterações relevantes e impactos na segurança da GD

Apesar do mercado ter sido regulamentado pela REN nº 482/2012, a resolução normativa da ANEEL não era suficiente para trazer a segurança jurídica necessária ao crescimento sustentável da MMGD. O Marco Legal, portanto, instituído pela Lei nº 14.300/2022, o qual representa uma estrutura legal e regulatória mais robusta, traz não só maior segurança jurídica ao mercado, mas ao mesmo tempo mais estabilidade e previsibilidade (GREENER, 2023). Assim, desburocratizando o processo de conexão dos sistemas de GD à rede elétrica e diminuindo o tempo de recebimento dos créditos gerados.

Conforme o marco legal, caracterizam-se como microgeração e a minigeração distribuída, a produção de energia própria por consumidores em suas unidades consumidoras (UC). Sendo a microgeração distribuída a central geradora de energia elétrica, com potência instalada, em corrente alternada, menor ou igual a 75 kW e que utilize cogeração qualificada, conforme regulamentação da ANEEL, ou fontes renováveis de energia elétrica, conectada na rede de distribuição de energia elétrica por meio de instalações de unidades consumidoras.

Já a minigeração distribuída, a central geradora de energia elétrica renovável ou de cogeração qualificada que não se classifica como microgeração distribuída e que possua potência instalada, em corrente alternada, maior que 75 kW, menor ou igual a 5 MW para as fontes despachadas, e menor ou igual a 3 MW para as fontes não despachadas, reduzindo assim a potência instalada de alguns sistemas como é o caso da fonte fotovoltaica. Podemos observar na Figura 11 pontos importantes da Lei 14.300/2022

Figura 11 - Pontos importantes do novo marco legal.



Fonte: (GREENER, 2023).

4.1.2.1 Consumo mínimo faturável

O consumo mínimo faturável, ou “valor mínimo faturável”, é o valor calculado de acordo com o tipo de ligação do consumidor, sendo elas: monofásico, bifásico e trifásico.

De acordo com a ANEEL, o custo de disponibilidade do sistema elétrico em moeda corrente é equivalente a:

- 30 kWh para monofásico ou bifásico a dois condutores;
- 50 kWh para bifásico a três condutores;
- 100 kWh trifásico.

Os consumidores da GD também devem pagar a taxa mínima de luz devido ao fato de estar conectado à rede de distribuição da concessionária de energia elétrica, mesmo a energia gerada sendo convertida em créditos maior que a utilizada,

No artigo 16 da Lei nº 14.300/2022 fez-se alterações no cálculo do valor mínimo faturável:

Para fins de compensação, a energia injetada, o excedente de energia ou o crédito de energia devem ser utilizados até o limite em que o valor em moeda relativo ao faturamento da unidade consumidora seja maior ou igual ao valor mínimo faturável da energia estabelecido na regulamentação vigente. *(Brasil, 2022)*.

Com essa mudança e outras do marco legal da GD, os consumidores chamados de GD I, que são aqueles que têm o direito adquirido cuja ligação dos sistemas foi anterior a 7 de janeiro de 2023, são os menos afetados porque são isentos. Para sistemas da GD II, consumidores em período de transição e os novos consumidores a partir de 1º de janeiro de 2025.

4.1.2.2 Compensação de energia e a cobrança do percentual do TUSD

A Lei 14.300/2022 introduziu a cobrança de uma parte do TUSD (Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição) conhecida popularmente como taxa do sol ou *Fio B*, isso representa de forma monetária que a cada 1 kWh injetado na rede a compensação é menor de 1 real de retorno e a geração de energia em horários de ponta terão um retorno maior, prejudicando as fonte geradoras como a solar. Diferentemente da antiga norma, onde era baseada na regra de 1 para 1, ou seja, a cada 1 kWh a compensação era de 1 real independente do horário de produção de energia. Foi assegurado um período de vacância de 12 meses a partir da publicação da lei. Sistemas existentes antes da lei ou que realizaram a solicitação de acesso até o dia 07/01/2023 foram enquadrados como “direito adquirido” e continuam usufruindo da regra anterior até o ano de 2045, sendo conhecidas como GD I.

Para sistemas instalados depois de 07/01/2023, sendo relacionado na lei como GD II que não tem o direito adquirido, a lei aprovada determina a cobrança do *Fio B* valor referente aos custos da distribuidora com a infraestrutura necessária para transportar a eletricidade até os consumidores. Seu aumento será gradual até atingir 100% do valor pago pelos demais consumidores que utilizam a rede elétrica, seguindo a seguinte progressão:

- 15% a partir de 2023;
- 30% a partir de 2024;
- 45% a partir de 2025;
- 60% a partir de 2026;
- 75% a partir de 2027;
- 90% a partir de 2028.

Para as unidades de mini GD acima de 500 kW, chamado de GD III, na modalidade autoconsumo remoto ou na modalidade geração compartilhada, haverá incidência de:

- 100% do custo de distribuição *Fio B*;
- 40% do custo de transmissão *Fio A*;
- 100% dos encargos de Pesquisa e Desenvolvimento e Eficiência Energética e taxa de Fiscalização de Serviços de Energia Elétrica.

Outro ponto importante é que sistemas GD com potência instalada de até 112,5 kW que possuem transformadores e sistema instalado no mesmo local da carga tem a opção de faturamento em baixa tensão conhecida como Grupo B. Os créditos de energia elétrica possuem a opção em percentuais e ordem de utilização, podendo até mesmo a realocação para outra UC do mesmo consumidor.

4.1.2.3 Garantia do fiel cumprimento (GFC)

Outra mudança que a Lei 14.300 trouxe foi a exigência de garantia de fiel cumprimento, também conhecida como garantia financeira, cuja finalidade é garantir que as usinas entrem em operação e cumpram os contratos estabelecidos, sejam eles privados ou públicos. Então, a garantia deste aporte é devolvida integralmente ao investidor em até 30 dias após a conexão da usina.

Figura 12 - Ilustração do funcionamento do GFC.



Fonte: (ENERGES, 2022).

Os valores desta garantia serão cobrados para projetos com potência acima de 500 kW e definidos abaixo:

- 2,5% do investimento para centrais com potência instalada superior a 500 kW e inferior a 1.000 kW;
- 5% do investimento para centrais com potência instalada maior ou igual a 1.000 kW.

Esta garantia deverá ser apresentada junto com o protocolo de solicitação de orçamento de conexão, sendo que tem um prazo de 90 dias para informar a desistência do projeto depois de emitido este orçamento. Abaixo podemos observar a tabela distribuída pela ANEEL através da (REH 3.171/23) de referência sobre os custos de investimentos da GFC.

Tabela 01- Custo de investimento para cálculo da GFC de minigeração distribuída.

Tipo de Fonte	Custo de Investimento (R\$/kW)
Solar Fotovoltaica	4.000,00
Hídrica (CGH)	5.000,00
Eólica	4.500,00
Térmica	4.000,00

Fonte: Adaptado de (ANEEL, 2023).

Em caso da falta da conexão da usina à rede, o investidor perde esse valor pago da GFC fazendo com que o dinheiro investido seja revertido em prol da suavização da tarifa dos consumidores.

A lei ainda salienta que projetos de micro e minigeração distribuída na modalidade de geração compartilhada, enquadradas na modalidade de Múltiplas Unidades Consumidoras EMUC's (empreendimentos com múltiplas unidades consumidoras), estão isentos da obrigação da GFC. Essa mudança trouxe segurança para os investidores tanto quanto para as distribuidoras.

4.1.2.4 Geração compartilhada e suas novas categorias

A geração compartilhada é caracterizada pela reunião de consumidores composta por pessoas físicas ou jurídicas atendidas pela mesma distribuidora de energia elétrica, sendo que a unidade geradora pode estar localizada em local diferente das unidades consumidoras. Na Figura 13, podemos observar um exemplo de geração compartilhada.

Na geração compartilhada é permitida a transferência dos créditos excedentes para outra UC, sendo que através do contrato entre os consumidores será determinado os créditos para cada consumidor. Neste contexto, a Lei 14.300/2022 cria novas possibilidades sobre a geração compartilhada nas quais abordaremos abaixo:

- Consórcio de Consumidores de Energia Elétrica.

Regido pela Lei das Sociedades Anônimas – Lei nº 6.404/76. No sistema de consórcio as empresas envolvidas devem possuir um Contrato Social, o qual necessita ser devidamente registrado na Junta Comercial do estado em que estão estabelecidas.

- Condomínio Voluntário

O condomínio é formado por uma união de vontades seguindo as determinações da lei em decorrências de um interesse em comum. Exemplo: um grupo de pessoas compra um imóvel para investir. No caso da GD, este grupo de consumidores da rede elétrica se junta para investir junto em uma planta de geração de energia elétrica.

- Condomínio Edifício

O condomínio edilício é o sistema de condomínio que compartilha de duas áreas sendo, a comum e a privada. Por exemplo: condomínio de apartamentos onde os condôminos são proprietários de seus apartamentos e estes detêm de uma fração da área em comum do edifício, sendo que a central geradora pode estar em um local diferente do condomínio.

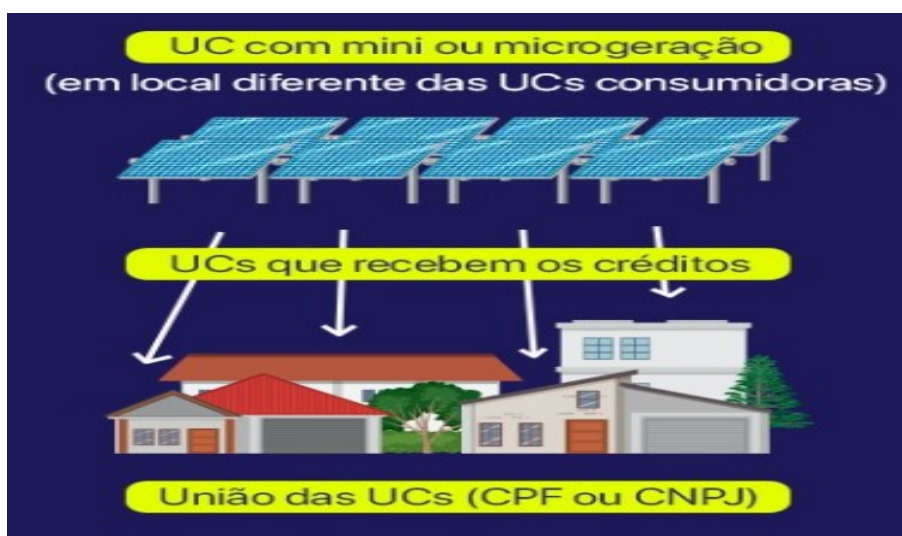
- Associação Civil

A associação civil é a união de pessoas que se organizam sem fins lucrativos, constituídas por estatutos e regidas pelo código civil Lei 10.406/02. Ela admite tanto pessoa jurídica quanto pessoa física. O acordo estabelecido entre os participantes de qualquer uma dessas instituições deve ser submetido à distribuidora de energia simultaneamente à solicitação de orçamento de conexão. São previstas taxas e impostos além do valor mínimo cobrado pela concessionária de energia elétrica para cada tipo de conexão.

Esta lei ampliou as possibilidades de geração compartilhada incluindo essas novas opções de agrupamento de consumidores, democratizando o acesso à energia elétrica limpa.

Além disso, ao incentivar a participação de consumidores de diferentes perfis e segmentos, a legislação fortalece a descentralização da matriz energética brasileira, promovendo maior segurança energética, redução de custos com eletricidade e diminuição dos impactos ambientais associados à geração convencional. Dessa forma, a ampliação das possibilidades de geração compartilhada não apenas impulsiona o crescimento do setor de energias renováveis, mas também contribui para um modelo energético mais inclusivo, sustentável e economicamente viável para a sociedade.

Figura 13 - Geração compartilhada.



Fonte: (ENERGES, 2022).

4.1.2.5 Projetos de infraestrutura

A lei aprovada estabelece uma categorização explícita dos empreendimentos de minigeração como parte integral das infraestruturas destinadas à produção de energia elétrica.

Sob essa perspectiva, esses projetos são reconhecidos como prioritários, dada sua capacidade de gerar benefícios ambientais e sociais de relevância inegável. Este reconhecimento os inclui de maneira destacada nos programas de incentivo fiscal referentes aos tributos federais, os quais são destinados à obras de infraestrutura. Tais incentivos fiscais desempenham um papel crucial ao reduzir o período de retorno dos investimentos, tornando, por conseguinte, esses projetos substancialmente mais atrativos para potenciais investidores.

Diante das disposições da Lei 14.300/2022, torna-se evidente o papel crucial desempenhado pela GD no percurso em direção a um futuro mais sustentável. A legislação também abre caminho para o crescimento econômico e a geração de empregos locais, como evidenciado pelo expressivo aumento no número de empregos na área de energia solar fotovoltaica nos últimos anos. A regulamentação da GD não apenas fortalece a segurança jurídica dos investidores, mas também impulsiona o desenvolvimento de soluções mais eficientes e sustentáveis para o fornecimento de energia. Em última análise, a Lei nº 14.300/2022 não apenas sinaliza um marco regulatório significativo para a GD, mas também representa um passo importante na transição para um modelo energético mais sustentável e inclusivo.

4.3 Geração Distribuída no Brasil e em Santa Catarina

Ao longo dos anos, a GD tem se desenvolvido de forma consistente, com destaque para o aumento da capacidade de geração por consumidores, principalmente no âmbito da micro e minigeração. Esse crescimento reflete o crescente interesse dos consumidores em produzir sua própria energia. Para ilustrar esse avanço, em 2023, segundo dados obtidos através do Painel de Dados de Micro e Minigeração Distribuída da ANEEL, o Brasil atingiu a marca histórica de 26 GW de capacidade instalada em GD e a projeção para crescimento até 2034 é de 58 GW.

Nesta seção, será analisada a evolução da GD no Brasil, abordando dados de geração por fonte de GD, a fim de determinar o tipo de sistema que mais tem atraído novos consumidores a aderir a produção de energia, assim como os estados que mais implantaram sistemas de GD. Em seguida, será realizada uma análise específica sobre o estado de Santa Catarina, com o objetivo de comparar o desempenho local com o cenário nacional. Assim, será possível identificar as semelhanças e diferenças no desenvolvimento da GD entre o Brasil e Santa Catarina, além de compreender o impacto da GD nos contextos estadual e nacional

4.3.1 Análise de dados da GD no Brasil

Anterior a publicação da Lei nº 10.848, de 2004, na qual a GD no Brasil começou a se desenvolver, o governo federal em 2002 lançou o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA), com o objetivo de incentivar o uso de fontes renováveis de energia, como eólica, solar, biomassa, e PCH's no Brasil ajudando a pavimentar o início da utilização de outras fontes para geração de Energia .

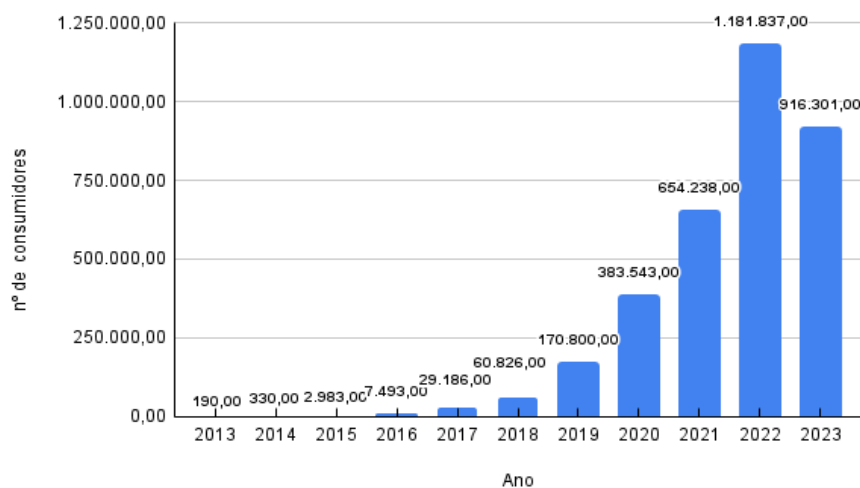
Embora a regulamentação inicial não oferecesse a segurança jurídica necessária para produtores e concessionárias de energia elétrica, foi importante para dar início ao cenário em que se tem hoje. Com o início da popularização dos sistemas de GD, o crescimento tornou-se mais expressivo a partir de 2012, quando a ANEEL publicou a Resolução Normativa 482/2012.

Essa resolução permitiu que consumidores gerassem sua própria energia e a utilizassem para compensar suas faturas de eletricidade, marcando um avanço significativo para o setor. Em 2015, a ANEEL introduziu a Resolução Normativa 687, que aprimorou as

regras estabelecidas anteriormente, acelerando ainda mais a adoção da GD. No mesmo ano, foi criado o Programa de Desenvolvimento da Geração Distribuída (PRO-GD), um marco importante que buscou descentralizar a geração de energia no Brasil. O PRO-GD incentivou o uso de fontes renováveis, como solar e eólica, permitindo que consumidores não apenas gerassem sua própria energia, mas também contribuíssem para a sustentabilidade e eficiência do sistema elétrico nacional. O programa também criou um ambiente mais favorável para a entrada de novas tecnologias e para a modernização da infraestrutura elétrica, fomentando um mercado mais competitivo e dinâmico. Além disso, o PRO-GD analisou os efeitos da inserção em massa da GD na rede elétrica, propondo soluções técnicas para minimizar impactos como variações de tensão e distorções harmônicas.

Já em 2017 o Banco Nacional de Econômico e Social (BNDES) criou linhas de crédito específicas para financiar projetos de energia sustentável com o objetivo de apoiar o crescimento do setor. Além de incentivos por parte do governo federal, alguns estados implementaram isenções e reduções do ICMS (Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços) explicando assim o crescimento exponencial de novos consumidores da GD a partir de 2017 como pode ser observado na Figura 14.

Figura 14 - Número de novos consumidores de MMGD no Brasil (2013-2023).



Fonte: Adaptado de (ANEEL, 2023).

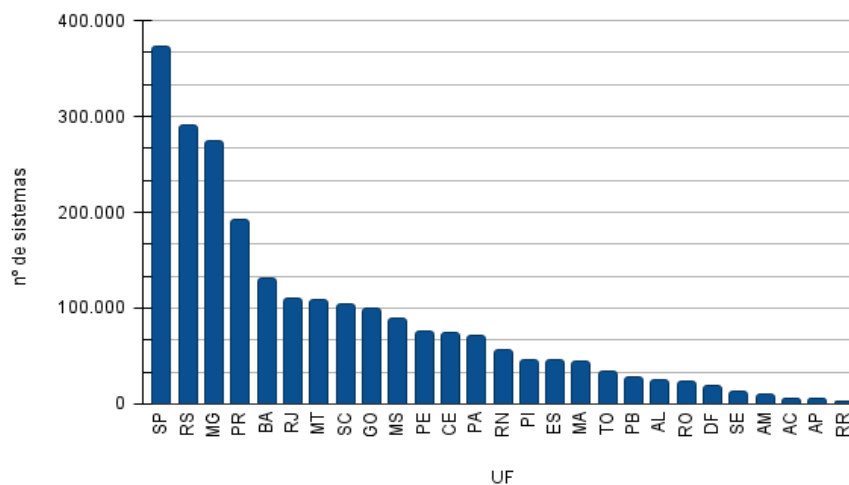
Para quantificar esse crescimento, utilizando sempre o ano anterior como referência, é possível observar que a GD no Brasil apresentou um crescimento médio de aproximadamente 186,08% ao ano durante o período analisado de 2013 até 2023. Utilizando esse método podemos ter uma visão justa e comum para avaliar o desenvolvimento contínuo neste período, levando em consideração as flutuações entre os anos. O crescimento mais expressivo foi no

ano de 2015, quando o número de consumidores de GD aumentou mais de 800%, marcando o início de uma curva de crescimento acentuada. Em 2023, houve uma retração de 22,47% de novos usuários que optaram por produzir GD em relação ao ano anterior essa retração foi puxado principalmente por estados como São Paulo que teve uma queda de aproximadamente 16%, Minas Gerais foi o estado que teve a maior cerca de 62% e Rio Grande do Sul 40% essa diminuição de novos consumidores que produzem GD pode ser justificado por fatores regulatórios como a Lei nº14.300 que alguns dispositivos da lei, especialmente relacionados à transição de regras para a cobrança de encargos sobre o uso da rede elétrica conhecido como *Fio B*, começaram a ter seus efeitos aplicados de forma escalonada o que gerou uma percepção de maior custo para novos consumidores da GD e uma desconfiança para os investidores, outro motivo para essa são eventos climáticos extremos que alguns estados sofreram em 2023. Mesmo assim, o setor experimentou um crescimento significativo ao longo da última década, consolidando-se como uma alternativa viável tanto do ponto de vista econômico quanto ambiental.

Apesar desta queda em 2023, podemos destacar alguns estados que se tornaram líderes neste crescimento em número de sistemas instalados da GD. O estado de São Paulo ainda é o estado com maior número de sistemas. Outros estados como Minas Gerais, Rio Grande do Sul também demonstraram um crescimento expressivo no número de sistemas ao longo do período, impulsionados por políticas estaduais de incentivo, condições climáticas favoráveis e o interesse crescente em fontes de energia renováveis. Minas Gerais, por exemplo, possui uma legislação estadual atrativa para os consumidores que desejam investir em energia solar, o que contribuiu para o aumento do número de sistemas instalados. Já o Rio Grande do Sul, com uma alta irradiação solar e incentivos fiscais, também registraram uma rápida adoção da GD.

Esses estados são líderes não apenas em número de sistemas instalados, mas também em potência instalada, demonstrando uma maturidade crescente no setor. O avanço tecnológico, a maior conscientização ambiental e os benefícios econômicos proporcionados pela GD, como a redução dos custos com energia, são fatores que contribuíram para esse avanço. O Figura 16 ilustra a evolução da participação em potência das diferentes classes de consumidores no período de 2013 a 2023. Nota-se que as classes residencial e comercial observaram ótima oportunidade de investimento, sendo as principais responsáveis pelas inserções de potência ao longo desses anos.

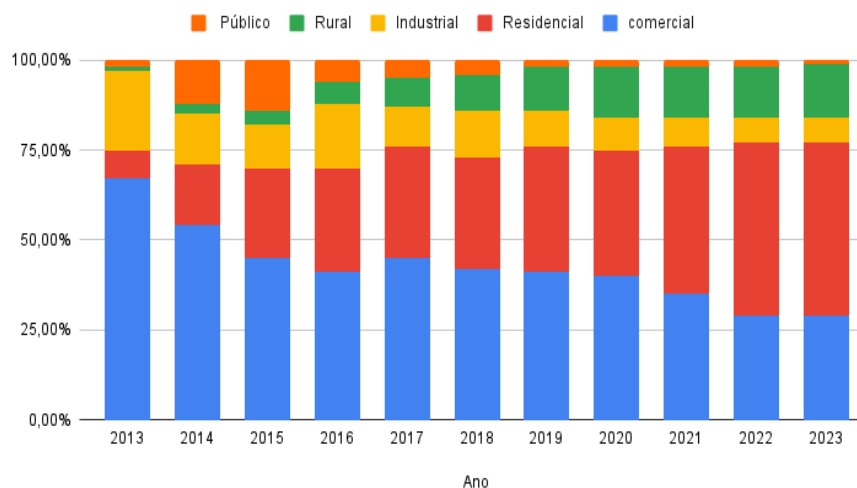
Figura 15 - Número de unidades de GD por estado em 2023.



Fonte: Adaptado de (ANEEL, 2023).

A classe residencial, em especial, apresenta um crescimento acentuado a partir de 2018, consolidando-se como a principal contribuinte para a expansão da GD. Já a classe comercial, apesar de certa estabilidade, mantém uma participação relevante, reforçando o papel dos pequenos negócios na adoção da GD. As demais classes possuem uma representatividade menor em comparação às estas classes, mas demonstram uma leve tendência de crescimento ao longo do tempo.

Figura 16 - Participação em potência por classe no Brasil.

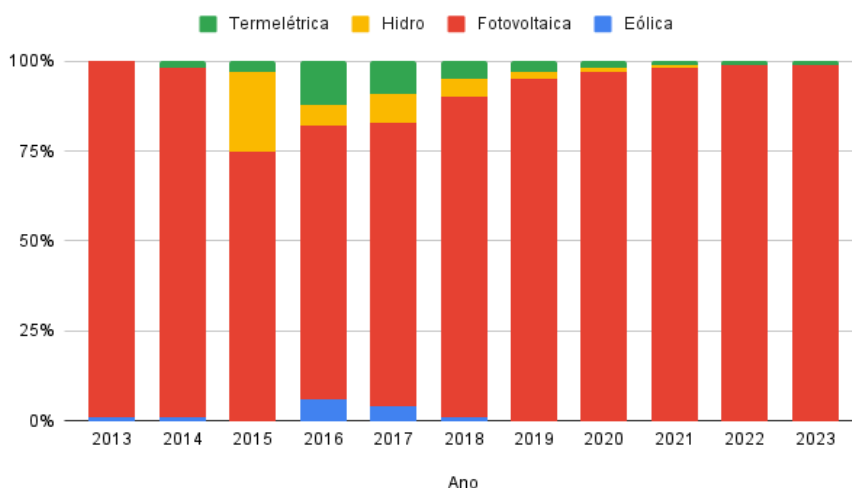


Fonte: Adaptado de (ANEEL, 2023).

A fonte mais procurada para a GD é a fotovoltaica devido a diminuição do custo dos painéis solares, inversores e outros componentes essenciais para a instalação desses sistemas

diminuiu significativamente em nível global, resultado do avanço nas tecnologias de fabricação e do aumento na escala de produção. Paralelamente, outras fontes renováveis, como a eólica e a biomassa, também expandiram, embora em menor escala. Além disso, políticas governamentais de incentivo e programas de financiamento acessível desempenharam um papel essencial na expansão da energia solar, reduzindo as barreiras para consumidores que antes não possuíam condições financeiras para investir na própria geração de energia. Na Figura 17, é possível observar o aumento expressivo da participação da energia solar na GD, impulsionada por esses fatores. Com esse cenário de expansão da GD no Brasil, liderado principalmente por estados como São Paulo, Minas Gerais e Rio Grande do Sul, que estão entre os maiores PIBs do Brasil, reflete o impacto positivo de incentivos econômicos e regulatórios, bem como das condições climáticas favoráveis e financeiras. O poder aquisitivo elevado desses facilita o financiamento de sistemas de energia solar, que requerem um investimento inicial considerável, mesmo com incentivos.

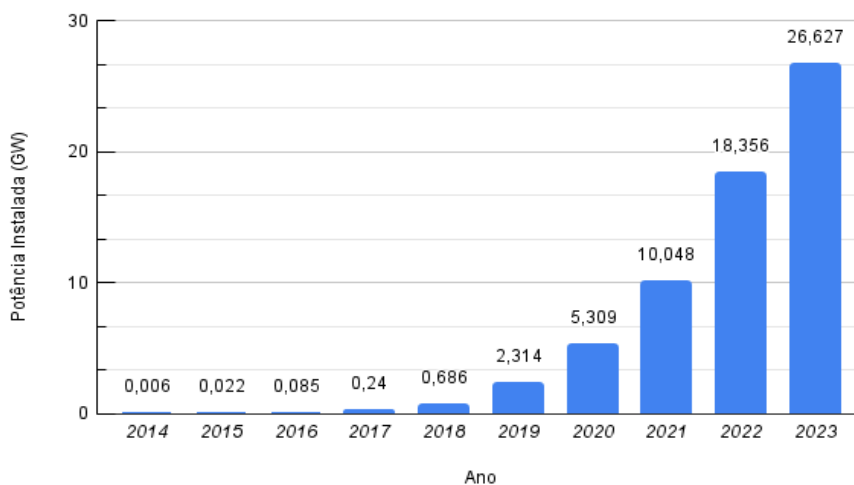
Figura 17 - Participação por fonte de energia na GD anual no Brasil.



Fonte: Adaptado de (ANEEL, 2023).

Neste contexto, a energia solar fotovoltaica desponta como a principal fonte renovável, com consumidores residenciais e comerciais impulsionando grande parte desse crescimento. Este cenário de crescimento de investimento no setor da GD é refletido na Figura 18, que mostra a rápida expansão da potência instalada no Brasil, especialmente nos últimos quatro anos, evidenciando a maturidade do mercado e a adesão crescente de consumidores de diferentes perfis. Em 2023, o Brasil atingiu a marca de 26 GW em capacidade instalada de Geração Distribuída. Em 2024, o país alcançou 30 GW de potência instalada em Geração Distribuída, abastecendo mais de 3,8 milhões de Unidades Consumidoras (ABSOLAR, 2024).

Figura 18 - Potência instalada da GD (2014-2023) no Brasil.



Fonte: Adaptado de (ANEEL, 2023).

Com essa potência instalada de GD o Brasil se posiciona como um dos líderes no desenvolvimento de energia renovável na América Latina. Esse volume é suficiente para abastecer milhões de residências e representa uma significativa parcela de redução nas emissões de gases de efeito estufa, contribuindo para a diversificação da matriz elétrica nacional. Com isso, os consumidores brasileiros ganham não só na economia de energia, mas também no aumento de autonomia energética, fator que atrai novos investidores e promove o crescimento sustentável do setor elétrico.

Com base nessa visão nacional, é pertinente examinar o desenvolvimento da GD no estado de Santa Catarina, que, além de apresentar características geográficas e econômicas particulares, têm adotado políticas que favorecem a expansão dessa modalidade de geração. A seguir, será feita uma análise detalhada do desempenho da GD no estado, destacando suas semelhanças e diferenças em relação ao panorama nacional e explorando o impacto das políticas locais no crescimento do setor.

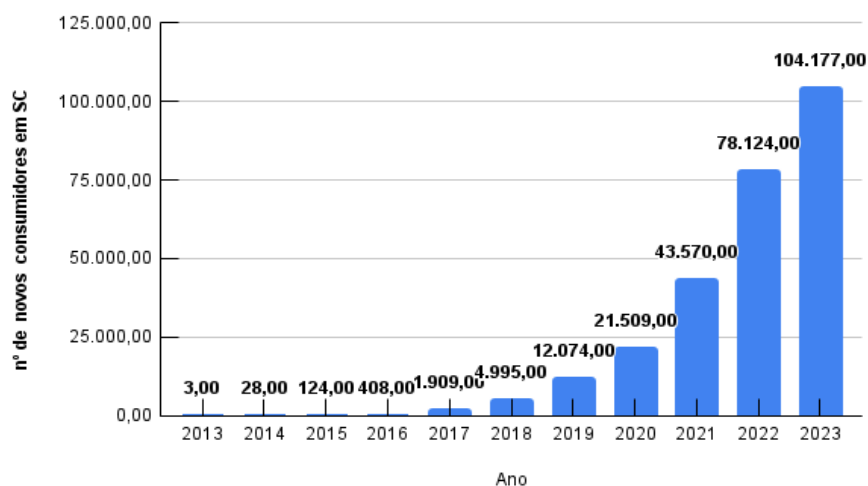
4.3.2 Análise de dados da GD em Santa Catarina

Santa Catarina, um dos estados mais prósperos do Brasil, destaca-se não apenas pela sua beleza natural e forte tradição cultural, mas também por seu vigor econômico. Com um Produto Interno Bruto (PIB) que o posiciona entre os maiores do país e uma renda média acima da nacional, o estado se consolida como um polo atrativo tanto para negócios quanto para a qualidade de vida de seus habitantes. Esse cenário é fruto de uma economia

diversificada e bem estruturada, que abrange setores industriais, agrícolas e de serviços, além de um notável potencial para a inovação.

O dinamismo econômico de Santa Catarina é acompanhado por uma população que valoriza a sustentabilidade e a modernização dos processos produtivos. Esses fatores refletem-se no crescente interesse pela geração de energia renovável no estado, especialmente pela GD. Com um nível educacional elevado e um poder aquisitivo que favorece investimentos de médio a longo prazo, muitos consumidores têm se voltado para a geração própria de energia como uma alternativa para reduzir custos e contribuir para a preservação ambiental. A implementação de políticas estaduais, como o Programa SC+Energia, lançado em 2015, desempenhou um papel fundamental nesse processo. O programa teve como objetivo incentivar o uso de fontes renováveis e promover a geração distribuída no estado, oferecendo incentivos fiscais e financeiros para a adoção de sistemas fotovoltaicos e outras fontes de energia. Neste contexto, Santa Catarina vem assumindo um papel de liderança na adoção de tecnologias de geração distribuída, impulsionada por condições climáticas favoráveis e uma infraestrutura capaz de suportar esse crescimento. A trajetória de expansão da GD no estado é bem ilustrada pelo gráfico na Figura 19, que mostra a evolução acentuada da capacidade instalada e do número de sistemas de geração ao longo dos últimos anos.

Figura 19 - Número de novos consumidores de MMGD em SC (2013-2023)



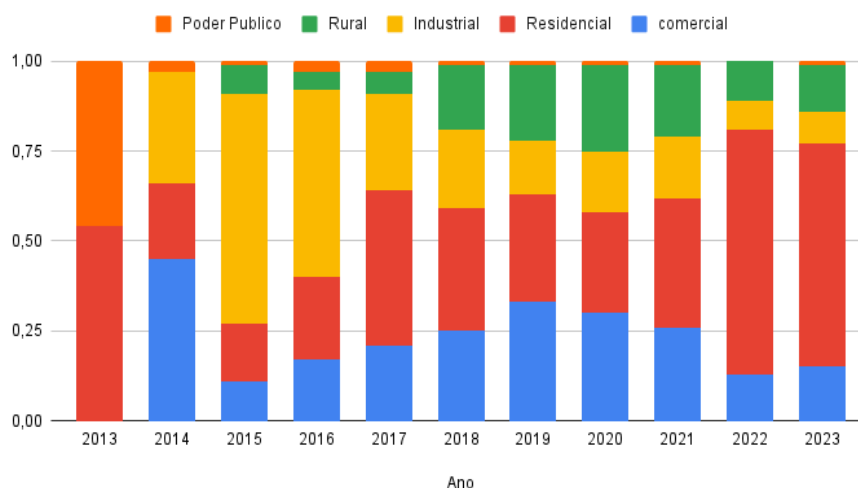
Fonte: Adaptado de (ANEEL, 2023).

O crescimento significativo a partir de 2018, tanto na capacidade instalada quanto no número de consumidores com MMGD, está relacionado a um conjunto de fatores econômicos e regulatórios. A redução nos custos dos equipamentos fotovoltaicos, a facilidade de financiamento e os incentivos fiscais como a isenção do ICMS para sistemas de GD foram

essenciais para essa transformação. Além disso, a Lei Estadual nº 17.762, de 2019, criou o Programa de Incentivo ao Desenvolvimento das Fontes Renováveis de Energia e à Geração Distribuída de Energia Elétrica, SC+Energia, que ampliou os benefícios fiscais para os consumidores de GD, acelerando ainda mais a adoção desses sistemas.

Esses elementos permitiram que os consumidores de vários setores aderissem à geração própria de energia, com ênfase nos consumidores residenciais, que é a classe que mais aumentou a participação em potência, seguido pelo setor comercial. Este crescimento na participação da geração pode ser observado na Figura 20.

Figura 20 - Participação em potência por classe consumidora em SC.



Fonte: Adaptado de (ANEEL, 2023).

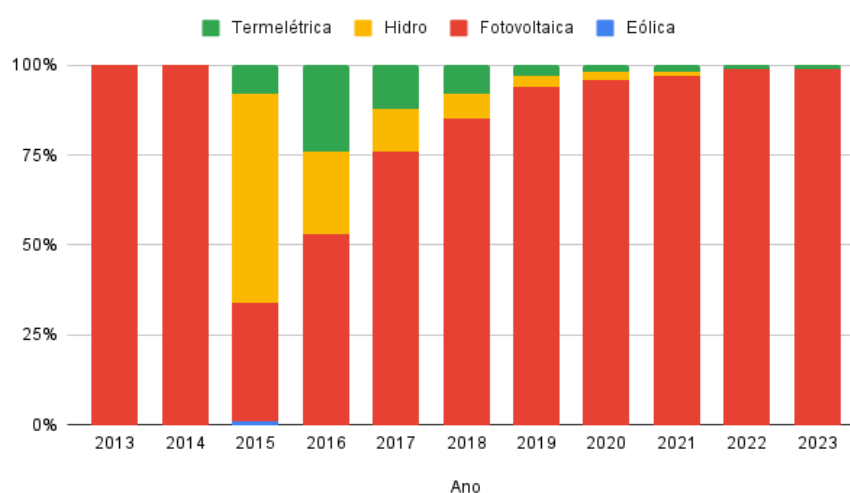
Além disso, a escolha das fontes de geração reflete as particularidades de Santa Catarina, conforme ilustrado na Figura 21.

A energia fotovoltaica tornou-se a principal escolha, superando a eólica e outras fontes renováveis, que tiveram pouca representatividade na GD local. Isso se deve, em parte, ao elevado índice de insolação no estado e à adaptabilidade dos sistemas solares para pequenas e médias propriedades, que compõem grande parte do tecido econômico catarinense. Mais recentemente, o Decreto nº 2.057 de 2023 também foi uma medida significativa, ao retirar o limite de 48 meses para a isenção de ICMS sobre a energia excedente gerada por sistemas de micro e minigeração. Essa alteração regulatória aumentou ainda mais a atratividade dos sistemas de GD no estado.

No entanto, não foram apenas os aspectos financeiros que impulsionaram essa expansão. As políticas locais desempenharam um papel crucial ao proporcionar um ambiente

favorável para novos investimentos. Ao mesmo tempo, a evolução da GD trouxe desafios, como a necessidade de atualização da infraestrutura de distribuição para suportar o aumento de novas conexões e a adequação dos sistemas de rede para manter a estabilidade energética, à medida que a GD cresce, surgem preocupações relacionadas à gestão do sistema elétrico. A alta penetração de fontes intermitentes, como a solar, exige um planejamento mais detalhado por parte das distribuidoras de energia para manter o equilíbrio entre a geração e o consumo, especialmente em períodos de baixa demanda.

Figura 21 - Participação em potência por fonte de GD.

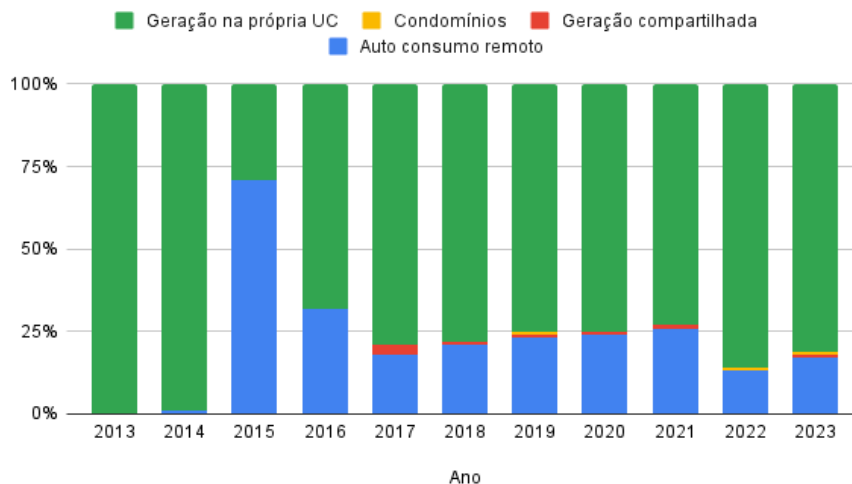


Fonte: Adaptado de (ANEEL, 2023).

Diante desse contexto, a Figura 22 apresenta com precisão a distribuição por modalidades e classes de consumo, evidenciando a geração na própria unidade consumidora e o autoconsumo remoto que é uma modalidade da GD que permite que a energia gerada em uma unidade seja utilizada para compensar o consumo de energia em outra unidade consumidora, desde que ambas estejam registradas sob o mesmo titular (pessoa física ou jurídica) e dentro da mesma área de concessão de uma distribuidora de energia, são os principais modelos utilizados no estado.

Esses números refletem a predominância de consumidores residenciais e comerciais, que buscam maior independência energética e se beneficiam das políticas de compensação de energia produzida e consumida. Embora a geração na própria UC se destaque, ainda há espaço para expansão nas modalidades de geração compartilhada e em condomínios, que permanecem com baixa adesão em relação ao potencial existente.

Figura 22 - Classe de consumo de GD.



Fonte: Adaptado de (ANEEL, 2023).

Esse cenário aponta para oportunidades futuras, mas também expõe a necessidade de um olhar mais atento das políticas públicas para reduzir as barreiras burocráticas e de regulamentação.

Assim, a análise da GD em Santa Catarina não se limita ao crescimento numérico, mas envolve uma compreensão profunda das condições econômicas, sociais e estruturais que têm impulsionado a evolução desse setor no estado. É um movimento que, apesar dos percalços, reafirma o papel do estado como um dos principais protagonistas no cenário da GD brasileira.

4.4 Análise Comparativa da GD no Brasil e em Santa Catarina

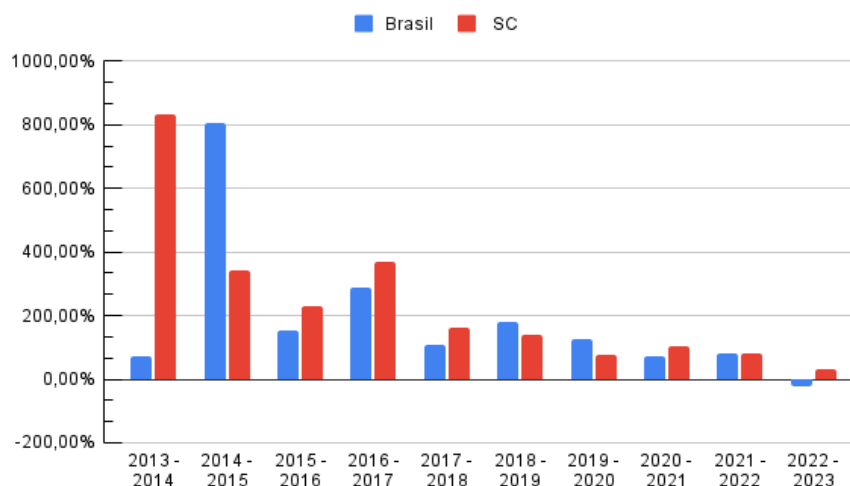
O crescimento da GD no Brasil ao longo da última década foi expressivo, com uma média de 186,08% ao ano no período de 2013 a 2023. O Brasil atingiu uma capacidade instalada de 26 GW em 2023, com uma previsão de crescimento para 58 GW até 2034. Esse aumento se deve, principalmente, ao avanço das tecnologias fotovoltaicas e ao incentivo governamental, especialmente por meio de resoluções como a 482/2012 e 687/2015, e programas como o PRO-GD.

Em Santa Catarina, o crescimento seguiu a tendência nacional, mas com particularidades locais. O estado tem se destacado pela rápida adesão aos sistemas de GD, especialmente a partir de 2018, quando houve uma aceleração significativa na instalação de

sistemas de micro e minigeração. As condições econômicas, como o elevado PIB estadual, além de políticas de incentivo, como a isenção de ICMS, foram fatores cruciais para esse desenvolvimento. Embora Santa Catarina tenha uma menor participação em termos absolutos quando comparado com estados como Minas Gerais e São Paulo, o estado tem uma das maiores taxas de crescimento proporcional de novos consumidores de GD no país.

A Figura 23 apresenta a comparação do crescimento percentual anual de novos consumidores de GD no Brasil e no estado de Santa Catarina, entre os anos de 2013 e 2023. Ambos seguiram uma trajetória de crescimento significativo, especialmente entre 2014 e 2016, quando tanto o Brasil quanto Santa Catarina registraram taxas de crescimento exponenciais, com destaque para o Brasil em 2014-2015 e para Santa Catarina em 2013-2014. Este período coincide com a introdução das resoluções normativas nº 482/2012 e 687/2015, que impulsionaram a expansão da GD no país.

Figura 23 - Comparação anual de novos clientes da GD no Brasil e em SC.



Fonte: Adaptado de (ANEEL, 2023).

A fonte de GD mais comum, tanto no Brasil quanto em Santa Catarina, é a solar fotovoltaica, sendo responsável pela maior parte da potência instalada em ambos os contextos. Em Santa Catarina, a partir de 2015, a energia fotovoltaica se expandiu rapidamente, chegando a dominar quase totalmente a matriz de GD do estado em 2023, representando cerca de 98%. No Brasil, a GD seguiu um padrão semelhante, com a fotovoltaica crescendo fortemente a partir de 2016 e chegando a dominar cerca de 99% da GD em 2023.

As fontes térmicas tiveram uma participação maior nos primeiros anos, mas caíram mais lentamente em comparação com Santa Catarina. Da mesma forma, a participação da

energia eólica e hidroelétrica também diminuiu de forma constante com o avanço da fotovoltaica. A popularização da GD solar deve-se, em grande parte, à queda nos custos dos painéis, à facilidade de financiamento e à desburocratização do processo de instalação de novos sistemas, que não exige licenciamento ambiental. Além disso, as características climáticas e geográficas de Santa Catarina favorecem a energia solar, o que contribui para a hegemonia dessa fonte no estado.

No Brasil e em Santa Catarina, as famílias estão buscando reduzir sua dependência da energia centralizada, aproveitando os benefícios financeiros e ambientais da energia limpa. O setor residencial se destaca como o principal responsável pela expansão da GD, especialmente a partir de 2016. Em Santa Catarina, o setor residencial já domina a matriz de GD, refletindo uma tendência forte de popularização desse modelo em residências. No Brasil, o crescimento residencial também é significativo, mas mais equilibrado com outros setores como o setor comercial que mantém uma participação expressiva ao longo do tempo, refletindo a importância da GD para empresas que buscam reduzir custos com energia elétrica. Em ambos os casos, o setor rural e o industrial mantêm uma participação estável, mas menor. A participação reduzida do setor público indica uma oportunidade de crescimento futuro nesse segmento.

Em ambos os casos, o impacto da GD vai além da economia de energia. No Brasil, a GD tem contribuído para a diversificação da matriz energética, promovendo uma maior independência energética para os consumidores e uma redução significativa nas emissões de gases de efeito estufa. Em Santa Catarina, o impacto é igualmente positivo, com um aumento da geração de energia limpa e uma maior participação da população no uso de fontes renováveis, alinhando-se aos objetivos de sustentabilidade e inovação do estado.

5 CONCLUSÃO

A GD no Brasil, ao longo da última década, consolidou-se como uma alternativa viável e sustentável tanto do ponto de vista econômico quanto ambiental, impulsionada por um conjunto de políticas públicas, programas de incentivo e avanços tecnológicos. A trajetória de crescimento exponencial do setor reflete a busca dos consumidores por maior independência energética e por formas mais sustentáveis de geração de energia, particularmente por meio de fontes renováveis, como a solar fotovoltaica. O marco regulatório da GD, representado pelas resoluções normativas da ANEEL, como a 482/2012 e 687/2015, e pela criação de programas como o PRO-GD, foi essencial para a expansão do setor, conforme mostraram os dados da pesquisa. Estes instrumentos proporcionam um ambiente mais seguro e atrativo para consumidores e investidores, promovendo o crescimento expressivo que levou o Brasil a atingir a marca de 26 GW de capacidade instalada em GD em 2023, com projeções de crescimento ainda mais ambiciosas para os próximos anos.

Santa Catarina, embora com menor participação em termos absolutos quando comparado a estados como Minas Gerais e São Paulo, destacou-se pela rápida adoção de sistemas de micro e minigeração, especialmente a partir de 2018, está fortemente relacionada à implementação de políticas de incentivo como a isenção de ICMS sobre a energia elétrica gerada por sistemas de geração distribuída. Esta isenção entrou em vigor no estado em 2018, e foi posteriormente regulamentada pelo Decreto nº 233/2019.

Outro fator importante para o crescimento da GD em Santa Catarina, as condições econômicas do estado, como o alto PIB per capita, a conscientização ambiental e a implementação de políticas de incentivo, como a isenção de ICMS, foram fundamentais para o desenvolvimento da GD no estado. O setor residencial assumiu um papel de protagonismo, com os consumidores buscando reduzir sua dependência da energia centralizada e aproveitar os benefícios financeiros da produção própria de energia.

A energia solar fotovoltaica emergiu como a principal fonte de geração distribuída, tanto no Brasil quanto em Santa Catarina, devido à queda nos custos de instalação e à facilidade de financiamento. A desburocratização do processo, como a dispensa de licenciamento ambiental para pequenas instalações, também contribuiu para a rápida expansão dessa fonte de energia. Entretanto, o setor ainda enfrenta desafios. A transição regulatória, com a aplicação escalonada de novos encargos sobre o uso da rede elétrica (como o *Fio B*, estabelecido pela Lei nº 14.300/2022), gerou uma retração no número de novos consumidores em 2023. Além disso, eventos climáticos extremos afetaram a expansão em

alguns estados, mostrando que o crescimento da GD depende não apenas de incentivos econômicos, mas também de condições regulatórias estáveis e da resiliência frente às mudanças climáticas.

A GD no Brasil e em Santa Catarina evoluiu significativamente, demonstrando que há um grande potencial para continuar crescendo nos próximos anos. O impacto positivo da GD transcende a economia de energia, contribuindo para a diversificação da matriz energética, a redução de emissões de gases de efeito estufa e a promoção da sustentabilidade. Com a continuidade dos incentivos e ajustes necessários nas políticas públicas, a GD pode consolidar-se ainda mais como um pilar estratégico do sistema elétrico nacional, beneficiando consumidores, empresas e o meio ambiente.

Diante da relevância do tema e das oportunidades de pesquisa ainda existentes, algumas sugestões para trabalhos futuros incluem: Avaliação da Sustentabilidade da Geração Distribuída Frente às Mudanças Climáticas, integração da Geração Distribuída com Redes Inteligentes (Smart Grids), impactos Socioeconômicos da Geração Distribuída em Comunidades de Baixa Renda.

REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). **Micro e Minigeração distribuída**. Brasília, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/aneel/pt-br/assuntos/geracao-distribuida>. Acesso em: 20 jan. 2024.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). **Resolução Normativa nº 1.000**. Brasília, 2021. Disponível em: <https://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren20211000.html>. Acesso em: 20 jan. 2024.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). **Resolução Normativa nº 482**. Brasília, 2012. Disponível em: <https://www2.aneel.gov.br/cedoc/atren2012482.pdf>. Acesso em: 20 jan. 2024.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). **Resolução Normativa nº 687**. Brasília, 2015. Disponível em: <https://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2015687.pdf>. Acesso em: 20 jan. 2024.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENERGIA SOLAR (ABSOLAR). **2022: o melhor ano da energia solar no Brasil**. 2022. Disponível em: <https://www.absolar.org.br/noticia/2022-o-melhor-ano-da-energia-solar-no-brasil/>. Acesso em: 20 jan. 2024.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENERGIA SOLAR (ABSOLAR). **Energia solar supera eólica e vira a 2ª maior fonte do país; veja desafios para 2023**. 2023. Disponível em: <https://www.absolar.org.br/noticia/energia-solar-supera-eolica-e-vira-2a-maior-fonte-do-pais-veja-desafios-para-2023/>. Acesso em: 20 jan. 2024.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENERGIA SOLAR (ABSOLAR). **Um novo patamar para a Geração Distribuída**. Disponível em: <https://www.absolar.org.br/artigos/um-novo-patamar-para-a-gd-solar/>. Acesso em: 20 jan. 2024.
- BRASIL. **Brasil bate recorde de expansão da energia solar em 2023**. Disponível em: <https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/noticias/brasil-bate-recorde-de-expansao-da-energia-solar-em-2023>. Acesso em: 2 mar. 2024.
- BRASIL. **Lei nº 10.438, de 26 de abril de 2002**. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, ano 139, n. 80, 29 abr. 2002. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2002/110438.htm. Acesso em: 19 jan. 2024.
- BRASIL. **Lei nº 14.300, de 6 de janeiro de 2022**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 7 jan. 2022. Disponível em: <https://in.gov.br/en/web/dou/-/lei-n-14.300-de-6-de-janeiro-de-2022-372467821>. Acesso em: 20 jan. 2024.

BRASIL. **Lei nº 9.074, de 7 de julho de 1995**. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, ano 132, n. 130, p. 9505, 10 jul. 1995. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19074cons.htm. Acesso em: 19 jan. 2024.

BRASIL. **Lei nº 9.427, de 26 de dezembro de 1996**. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, ano 133, n. 249, p. 24833, 27 dez. 1996. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19427cons.htm. Acesso em: 19 jan. 2024.

CARVALHO, J. V. OAK ENERGIA. **Micro Central Hidroelétrica: como funciona, vantagens e benefícios**. 2020. Disponível em: <https://oakenergia.com.br/micro-central-hidreletrica-producao-energia/>. Acesso em: 5 mar. 2024.

CELESC. **Celesc realiza entrega técnica da Usina Solar Lages I**. Florianópolis, 2022. Disponível em: <https://www.celesc.com.br/listagem-noticias/celesc-realiza-entrega-tecnica-da-usina-solar-lages-i>. Acesso em: 19 jan. 2024.

CASARIN, Ricardo. PORTAL SOLAR. **O mercado de energia solar vislumbra cenário mais favorável no Brasil em 2024**. 2024. Disponível em: <https://www.portalsolar.com.br/noticias/mercado/mercado-de-energia-solar-vislumbra-cenario-mais-favoravel-no-brasil-em-2024>. Acesso em: 5 mar. 2024.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA (CNI). **Setor Elétrico brasileiro**. 2021. Disponível em: <https://noticias.portaldaindustria.com.br/noticias/inovacao-e-tecnologia/setor-eletrico-brasileiro/>. 2021. Acesso em: 13 mar. 2024.

CONSELHO NACIONAL DE POLÍTICA FAZENDÁRIA (CONFAZ). **Dispõe sobre a adesão dos Estados do Amazonas, do Paraná e de Santa Catarina às disposições do Convênio ICMS 16/2015**. 2015. Disponível em: https://www.confaz.fazenda.gov.br/legislacao/convenios/2018/CV042_18. Acesso em: 15 fev. 2024.

DE LUCA, Adriana. CNN. **Aneel deve realizar dois novos leilões de energia até 2024**. 2023. Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/economia/aneel-deve-realizar-dois-novos-leiloes-de-energia-ate-2024/>. Acesso em: 15 fev. 2024.

DIAS, Marcos Vinícius Xavier. **Geração distribuída no Brasil: oportunidades e barreiras**. Orientador: Prof. Dr. Edson da Costa Bortoni, Co-Orientador: Prof. Dr. Jamil Haddad. 2005.143 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Energia) – Programa de Pós-Graduação, Universidade Federal de Itajubá. Disponível em: https://repositorio.unifei.edu.br/jspui/bitstream/123456789/2560/1/Disserta%c3%a7%c3%a3o_200529506.pdf. Acesso em: 15 fev. 2024.

ENERGÊS. **Garantia de fiel cumprimento para usinas de minigeração distribuída.** 2022. Disponível em: <https://energes.com.br/garantia-de-fiel-cumprimento/>. Acesso em: 15 fev. 2024.

ENERGÊS. **Novas possibilidades de geração compartilhada.** 2022. Disponível em: <https://energes.com.br/geracao-compartilhada-lei1-4300/>. Acesso em: 15 fev. 2024.

ENERGIAECO. **Energia eólica residencial.** 2024. Disponível em: <https://energia.eco.br/energia-eolica-residencial/>. Acesso em: 15 fev. 2024.

ENGIE. **Novas fontes responderão por metade da capacidade.** 2024. Disponível em: <https://www.alemdaenergia.engie.com.br/pde-2024-novas-fontes-responderao-por-metade-da-capacidade/>. Acesso em: 02 mar. 2024.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). **Relatório final do plano nacional de energia 2050.** Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-227/topico-563/Relatorio%20Final%20do%20PNE%202050.pdf>. Acesso em: 15 fev. 2024.

EPBR. **Distribuidoras precisam se adaptar ao novo cenário do mercado de energia, dizem executivos.** 2023. Disponível em: <https://epbr.com.br/distribuidoras-precisam-se-adaptar-ao-novo-cenario-do-mercado-de-energia-dizem-executivos/>. Acesso em: 15 fev. 2024.

FILIPPE, Marina. **Energia solar fotovoltaica: Brasil é o 4º país que mais cresceu em 2021.** Disponível em: <https://exame.com/esg/energia-solar-fotovoltaica-brasil-e-o-4o-pais-que-mais-cresceu-em-2021/>. Acesso em: 20 jan. 2024.

FURTADO, Marcelo. **Fonte solar deve chegar a 45,5 GW em 2024.** Brasil Energia. 2023. Disponível em: <https://energiahoje.editorabrasilenergia.com.br/fonte-solar-deve-chegar-a-455-gw-em-2024/>. Acesso em: 05 mar. 2024.

GNPW. **Geração distribuída no Brasil: desafios e oportunidades.** 2023. Disponível em: <https://www.gnpw.com.br/geracao-distribuida/geracao-distribuida-no-brasil-desafios-e-oportunidades/#:~:text=Em%202022%2C%20o%20Brasil%20ultrapassou,quase%2020%20milh%C3%B5es%20de%20pessoas>. Acesso em: 20 jan. 2024.

GREENER. **Análise do marco legal da geração distribuída – Lei 14.300/2022.** [s.d.]. Disponível em: <https://www.greener.com.br/estudo/analise-do-marco-legal-da-geracao-distribuida-lei-14-300-2022/>. Acesso em: 20 jan. 2024.

MIRANDA, Gabriela Veras Lima. **Modelos de negócios de geração distribuída com plantas fotovoltaicas.** 2019. 53 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza. Disponível em:

https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/45199/1/2019_tcc_gvlmiranda.pdf. Acesso em: 18 mar. 2024.

NEVES, Livia. **Geração solar chega a atender 30% da demanda instantânea do Brasil em janeiro**. PV Magazine Brasil. 2024. Disponível em:

<https://www.pv-magazine-brasil.com/2024/02/05/geracao-solar-chega-a-atender-30-da-demanda-instantanea-do-brasil-em-janeiro/>. Acesso em: 15 mar. 2024.

RIBEIRO, Marcus Vinicius Ribeiro. **Efeitos da implementação da geração distribuída nas distribuidoras de energia. 2020**. 163 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Universidade de São Paulo, São Paulo. Disponível em:

https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/86/86131/tde-29052020-151838/publico/Dissertacao_Marcus_Vinicius_Ribeiro.pdf. Acesso em: 15 mar. 2024.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **Transformando nosso mundo: a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável**. Disponível em:

<https://brasil.un.org/sites/default/files/2020-09/agenda2030-pt-br.pdf>. Acesso em: 20 jan. 2024.

PEREIRA, Charles. **Fontes renováveis (Parte 1): Energia eólica**. Blog da Engenharia. 2020. Disponível em:

<https://blogdaengenharia.com/diversos/sustentabilidade/fontes-renovaveis-parte-1-energia-eolica/>. Acesso em: 16 fev. 2024.

PORTAL SOLAR. **Lei nº 14.300/2022 - Como ela afeta o setor de energia solar no Brasil**. [s.d.]. Disponível em: <https://www.portalsolar.com.br/lei-14300>. Acesso em: 15 fev. 2024.

ROCHA, Júlio Cesar dos Santos da; PRADELLE, Florian. **Geração distribuída no Brasil: cenário atual e previsão de crescimento do setor**. 2019. Disponível em:

https://www.iepuc.puc-rio.br/dados/files/2019/JULIO_CESAR_DOS_SANTOS_DA_ROCHA.pdf. Acesso em: 18 mar. 2024.

RODRIGUES, Andressa Oliveira. **Regulamentação e incentivos da geração distribuída fotovoltaica no Brasil: situação atual e perspectivas**. 2019. 74 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal do Ceará. Disponível em:

https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/49696/1/2019_tcc_aorodrigues.pdf. Acesso em: 18 mar. 2024.

SANTA CATARINA. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável.

Programa SC+Energia incentiva investimentos em energias renováveis. Florianópolis, 2018. Disponível em:

<https://www.ima.sc.gov.br/index.php/noticias/471-programa-sc-energia-une-forcas-para-incen-tivar-investimentos-em-energias-renovaveis-em-sc>. Acesso em: 13 mar. 2024.

SANT'ANA, Jéssica. G1. **Incentivo a fontes de energia terá alta de 60% em 2022 e custará R\$ 64 bilhões**. 2021. Disponível em:

<https://g1.globo.com/economia/noticia/2021/12/14/incentivo-a-fontes-de-energia-tera-alta-de-60percent-em-2022-e-custara-r-64-bilhoes.ghtml>. Acesso em: 20 jan. 2024.

SILVA, J. L. et al. **Análise do crescimento da geração distribuída: estudo de caso do Brasil com ênfase no estado de Minas Gerais**. Revista de Engenharia e Tecnologia, v. 10, n. 1, p. 169-183, abr. 2018. ISSN 2176-7270. Disponível em: <https://revistas.uepg.br/index.php/ret/article/view/11984>. Acesso em: 13 fev. 2024.

VARGAS, José P. **Análise da regulamentação da geração distribuída no Brasil para o setor de energia elétrica**. 2020. 21 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Gestão de Energia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Tramandaí, 2020. Orientadora: Prof.^a Dr.^a Aline Cristiane Pan. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/222497/001122774.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 20 jan. 2024.

WORTICE. **Microturbinas para geração de energia**. 2022. Disponível em: <https://wortice.com.br/microturbinas-para-geracao-de-energia>. Acesso em: 20 jan. 2024.

ZIV, Yoni. **GD 2.0: um novo olhar para a geração distribuída no Brasil**. Canal Solar, 2024. Disponível em: <https://canalsolar.com.br/gd-2-0-um-novo-olhar-para-a-geracao-distribuida-no-brasil/>. Acesso em: 5 mar. 2024.