

## ANÁLISE DOS MODELOS DE NEGÓCIOS EMPREGADOS NA GERAÇÃO DISTRIBUÍDA E NO MERCADO DE ENERGIA NO BRASIL

ANALYSIS OF BUSINESS MODELS USED IN DISTRIBUTED GENERATION AND THE ENERGY MARKET IN BRAZIL

ANÁLISIS DE MODELOS DE NEGOCIO UTILIZADOS EN GENERACIÓN DISTRIBUIDA Y EN EL MERCADO ENERGÉTICO EN BRASIL

Gabriele dos Santos Bezerra<sup>1</sup>  
Paula Renhata Nunes da Silva<sup>2</sup>

**RESUMO:** A grande expansão do uso de energias renováveis mudou a visão do setor de energia para uma rede elétrica mais diversificada, introduzindo os conceitos de geração distribuída, que impôs novos desafios técnicos, regulatórios e mercadológicos. O presente trabalho visa analisar o avanço da geração distribuída (GD) no Brasil, enfatizando a relevância de inovações tecnológicas e políticas públicas na promoção de energias renováveis, destacando o início do desenvolvimento do setor elétrico brasileiro na década de 2000 e a regulamentação da GD pela resolução REN 482/2012, finalizando com a comparação com os principais líderes globais como China, Estados Unidos, Japão e Alemanha. O estudo discute ainda os ambientes de contratação regulada e livre no Brasil, e como estes impactam a comercialização de energia, a partir dos dados de 2023, cujo crescimento expressivo da geração distribuída destaca-se um aumento da energia eólica e solar, demonstrando que pesquisa, baseada em revisões bibliográficas e estudos de caso, o modelo de negócio eficiente é crucial para maximizar os benefícios da GD. Examina também diferentes modelos, como o utility-side e third-party, e a posição do Brasil no contexto global, apontando seu potencial e desafios, especialmente regulatórios. Conclui que, embora o Brasil tenha capacidade para expandir a GD, enfrenta barreiras que exigem regulamentações mais flexíveis para promover novas tecnologias e o crescimento do setor.

1990

**Palavras-chave:** Energias Renováveis. Geração distribuída. Modelo de negócios.

**ABSTRACT:** The expansion of renewable energy use has transformed the vision of the electricity sector, leading to a more diversified grid and the introduction of distributed generation (DG), which has brought new technical, regulatory, and market challenges. This paper analyzes the progress of DG in Brazil, highlighting the importance of technological innovations and public policies in promoting renewable energy. It explores the development of the Brazilian electricity sector since the 2000s and the regulation of DG by resolution REN 482/2012, comparing Brazil with global leaders such as China, the United States, Japan, and Germany. The study also addresses the regulated and free contracting environments in Brazil and their impacts on energy trading, with data from 2023, evidencing the significant growth of DG, especially in wind and solar energy. The research, based on literature reviews and case studies, shows that an efficient business model is essential to maximize the benefits of DG. In addition, it examines different models, such as utility-side and third-party, and Brazil's position in the global context, highlighting its potential and challenges, especially regulatory ones. It concludes that, despite the potential for expansion of DG in Brazil, the country faces barriers that require more flexible regulations to promote new technologies and the growth of the sector.

**Keywords:** Business model. Distributed generation. Renewables Energies.

<sup>1</sup>Discente do curso de Engenharia Física na Universidade Federal do Oeste do Pará – UFOPA.

<sup>2</sup>Doutora em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal do Pará – UFPA, Professora na Universidade Federal do Oeste do Pará – UFOPA.

**RESUMEN:** La gran expansión en el uso de energías renovables cambió la visión del sector energético hacia una red eléctrica más diversificada, introduciendo los conceptos de generación distribuida, lo que impuso nuevos desafíos técnicos, regulatorios y de marketing. Este trabajo tiene como objetivo analizar el avance de la generación distribuida (GD) en Brasil, enfatizando la relevancia de las innovaciones tecnológicas y las políticas públicas en la promoción de energías renovables, destacando el inicio del desarrollo del sector eléctrico brasileño en la década de 2000 y la regulación de la GD por resolución REN 482/2012, finalizando con una comparación con los principales líderes mundiales como China, Estados Unidos, Japón y Alemania. El estudio también analiza los entornos de contratación regulada y libre en Brasil, y cómo estos impactan la comercialización de energía, con base en datos de 2023, cuyo importante crecimiento en la generación distribuida destaca un aumento de la energía eólica y solar, demostrando que la investigación, basada en revisiones de literatura y estudios de casos, un modelo de negocio eficiente es crucial para maximizar los beneficios de GD. También examina diferentes modelos, como el de servicios públicos y el de terceros, y la posición de Brasil en el contexto global, señalando sus potencialidades y desafíos, especialmente regulatorios. Se concluye que, si bien Brasil tiene capacidad para expandir la GD, enfrenta barreras que requieren regulaciones más flexibles para promover nuevas tecnologías y el crecimiento del sector.

**Palabras clave:** Energía Renovables. Generación. Modelo de negocio.

## INTRODUÇÃO

A geração distribuída (GD) é uma tendência crescente, caracterizada por fontes de geração conectadas diretamente à rede de distribuição ou ao consumidor, que não apenas promovem a eficiência energética, mas também auxiliam na estabilização do sistema elétrico, tornando-o mais confiável, além do respeito ao meio ambiente. Apesar dos inúmeros benefícios da geração distribuída, há uma série de desafios associados à integração da GD com a rede em alguns países para garantir a sua plena implementação.

Atualmente a evolução tecnológica associada a políticas energéticas mais favoráveis e o incentivo à diversificação da matriz energética, têm permitido a descentralização do mercado de energia. Contudo, desafios relacionados a regulamentações, financiamento e modelos de negócio ainda precisam ser superados para garantir a plena implementação dessa modalidade, por exemplo, no Brasil, que comparados à países como China, Estados Unidos, Japão e Alemanha que se destacam como líderes na geração distribuída, enquanto o Brasil, apesar de possuir um vasto potencial, ainda não alcançou os mesmos patamares.

A introdução da GD no Brasil inicia-se com os sistemas fora da rede, que foram implementados em projetos de pesquisa ou por meio de iniciativas governamentais durante a década de 1990. Posteriormente, na década de 2000, as empresas de distribuição de energia começaram a empregar sistemas fotovoltaicos para levar eletricidade a residências com

dificuldades de acesso à rede devido aos altos custos de extensão de cabos ou restrições ambientais. Essas ações foram realizadas sob a regulamentação RN83 de 2004, estabelecida pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), no contexto do Programa Nacional de Universalização do Acesso à Energia Elétrica (Programa Luz para Todos). Foi estimado que, até o ano de 2012, o Brasil tivesse entre 30 e 40 MW de sistemas fotovoltaicos isolados.

Ainda nos anos 2000 a criação da Empresa de Pesquisa Energética em 2003, seguida pela Resolução REN 482/2012, representou marcos regulatórios significativos que possibilitaram a integração de fontes de energia renováveis por meio da geração distribuída. Essa nova dinâmica permitiu que pequenos produtores, tanto residenciais quanto comerciais, contribuíssem para a matriz elétrica, estabelecendo um sistema de compensação que favorece o uso eficiente da energia. Esta resolução foi alterada em 2015 pela Resolução Normativa ANEEL N° 687/2015, que ampliou as possibilidades da GD e melhorou as condições de conexão de sistemas fotovoltaicos à rede.

Este trabalho tem como objetivo investigar a evolução da geração distribuída no Brasil, tendo como estudo de caso a energia solar, analisando as políticas regulatórias, os modelos de negócios emergentes e o impacto dessas inovações no mercado energético brasileiro. Através de uma revisão de literatura e análise documental, o estudo pretende elucidar a importância da geração solar fotovoltaica no contexto atual e suas perspectivas futuras, à medida que o Brasil se posiciona para se beneficiar de um mercado de energia mais diversificado.

## REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Os países que mais se destacam com maior produção de energia solar são: China, Estados Unidos, Japão e Alemanha.

Nos Estados Unidos a partir da década de 1970, houve um crescimento no setor de energia solar, em residências e empresas que começaram a instalar sistemas de energias renováveis, contribuindo para descentralização do fornecimento de energia (ZHANG, 2015). Entretanto, apenas nos anos 90 as políticas começaram a surgir. Uma das principais políticas, por exemplo para o estado da Califórnia, para dar suporte à geração distribuída de PV é a Net Energy Metering (NEM), introduzida em 1995. A NEM permite que os prosumidores ganhem créditos de energia na tarifa de varejo integral pela eletricidade que exportam para a rede. Outras medidas de suporte incluem o Federal Solar Investment Tax Credit (ITC) e o Renewable Portfolio Standard (RPS) da Califórnia, determinando que 50% das vendas de

eletricidade venham de energias renováveis até 2030. Em 2016, a Califórnia tinha 4,7 GW de capacidade PV com medição líquida, produzindo 8,23 TWh. Para lidar com a transferência de custos, a NEM foi revisada em junho de 2016, introduzindo taxas de interconexão, encargos não contornáveis e tarifas obrigatórias de tempo de uso para novos consumidores de PV. Além disso, a Califórnia reformou sua estrutura de tarifas residenciais para reduzir níveis e implementar taxas ToU (*time-of-use*) para todos os clientes até 2019 (DA SILVA, 2019).

A Alemanha e a Dinamarca foram as primeiras a adotar esquemas de suporte significativos para promover tecnologias verdes por meio do modelo de Tarifa-in-Feed, começando em 1990 e 1993, respectivamente. Hoje, ambos os países usam esquemas de subsídios e incentivos avançados. Na Alemanha, antes da emenda de 2014 da Lei de Fontes de Energia Renovável (EEG), vários métodos podiam ser escolhidos. A Dinamarca, no entanto, adotou uma abordagem de Tarifa-in-Feed premium. Ambos os países também oferecem bônus específicos (por exemplo, para balanceamento de custos, serviços auxiliares, repotenciação), aplicam taxas de digressão (fixas e flexíveis) e usam esquemas de tarifas escalonadas com base na tecnologia. Esses mecanismos de suporte iniciais levaram a uma alta penetração de geração distribuída em ambas as nações (KARIM et. al., 2015). Na Alemanha a geração de energia solar fotovoltaica representa 9,5% da matriz energética (SORES, 2019).

1993

O Brasil não se encontra nos maiores produtores, mesmo tendo potencial. O setor elétrico no Brasil no ano de 2003 é desenvolvido por meio da criação da Empresa de Pesquisa Energética que é responsável pelo Plano Decenal de Expansão de Energia (PDE) e do Plano Nacional de Energia (PNE), com intuito do planejamento ao longo prazo. A criação da empresa tinha como objetivo o desenvolvimento de um marco regulatório tendo como bases: estabilidade do suprimento de energia elétrica; fixação da cobrança pelas concessionárias das tarifas; ampliação do setor elétrico por meio de programas (ANEEL, 2009). Porém, só por meio da resolução REN 482/2012 que foram definidas as diretrizes, objetivos e critérios para viabilizar a integração de fonte de energias renováveis pudesse ser injetado na rede elétrica a partir de sistemas gerações distribuídas (GD) (SORES, 2019).

A partir da normativa N° 482, de 17 de abril de 2012, no qual é estabelecida as circunstâncias gerais para o acesso de microgeração e minigeração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica e sistema de compensação. Das disposições preliminares da resolução, são adotadas as definições: microgeração distribuída é a geradora de energia elétrica, tendo como potência instalada menor ou igual a 75KW; minigeração distribuída, sendo a

central geradora de energia elétrica e com potência instalada maior que 75Kw E MENOS OU IGUAL A 3MW; sistema de compensação de energia elétrica, fica definido como a energia ativa que é injetada por uma unidade consumidora, através de empréstimo e forma gratuita (CÂMARA DOS DEPUTADOS, 2019). Na figura 1, um esquemático do sistema de compensação de energia elétrica.

**Figura 1:** Modelo de sistema de compensação de energia elétrica



**Fonte:** Auditece, 2022.

A normativa ainda estabelece as diretrizes de empreendimento e geração compartilhada que são acrescentados da normativa 687/2015 da ANEEL. No qual o empreendimento com várias unidades consumidoras é descrito quando a energia elétrica é utilizada de modo independente em cada fração, assim cada unidade consumidora fica responsável pelo seu próprio consumo. As áreas de uso comum, como condomínio é de responsabilidade do proprietário. Este tipo de empreendimento pode contar com microgeração ou minigeração distribuída, desde que as unidades sejam da mesma localidade ou em propriedades próximas (CÂMARA DOS DEPUTADOS, 2019).

A geração compartilhada é definida quando um grupo de consumidores se reúne em um consórcio ou cooperativa, dentro da mesma área por meio de consenso ou permissão, para compartilhar energia gerada por microgeração ou minigeração distribuída. Em resumo a energia é utilizada para compensar o consumo de outras unidades consumidoras que podem estar em localidades diferentes (CÂMARA DOS DEPUTADOS, 2019). O modelo de geração compartilhada é mostrado na figura 2:

**Figura 2:** Modelo de geração compartilhada



**Fonte:** Engenharia de projetos, 2020.

O modelo de grandes usinas de geração com extensas linhas de transmissão e distribuição de energia se tornou predominante a partir do desenvolvimento dos transformadores, o uso da corrente alternada, conquistando seu espaço e dando possibilidade para o atendimento de cargas distantes do ponto de geração (DIAS, 2005).

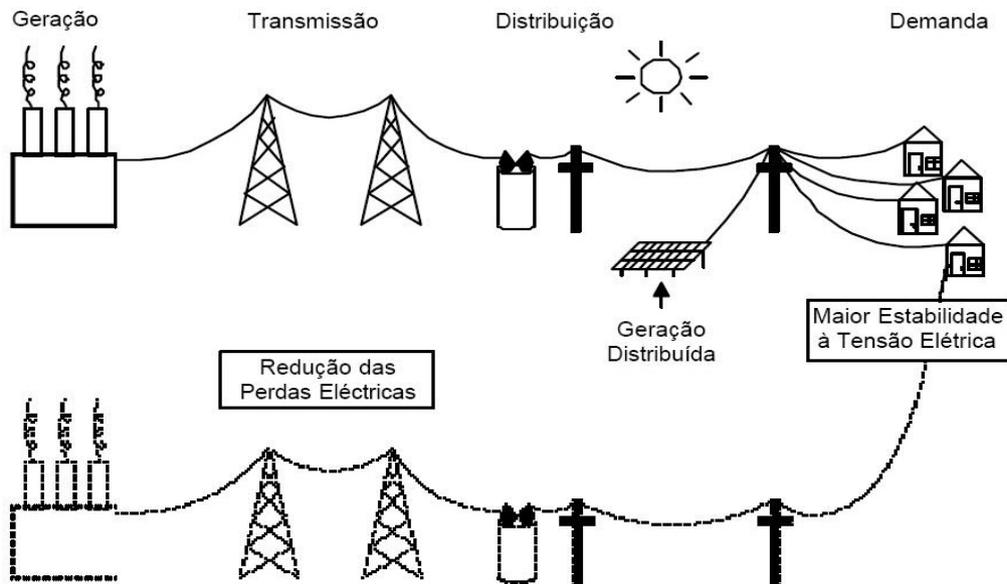
1995

A geração distribuída é definida como uma fonte de geração conectada de forma direta na rede de distribuição ou ao consumidor. A GD nos Estados Unidos a GD é dividida em: micro (até 5kW), pequena (de 5KW a 5MW), média (de 5MW a 50MW) e grande (de 50MW a 300MW). No Brasil é limitada por uma potência instalada de 30MW ou de 50MW (DIAS, 2005). Esta foi definida de forma oficial pelo Decreto nº 5.163 de 30 de julho de 2004, entende-se como geração distribuída a produção de energia elétrica por meio de concessionárias, permissionários ou autorizados que são conectados de forma direta ao sistema elétrico de distribuição do consumidor, tendo como exceção os provenientes de empreendimento (DIAS, 2005).

A matriz elétrica no Brasil em 2023, cresceu 4,8% em relação a 2022, atingindo uma oferta de 33,2TWh, tendo como participação de 89,2% de energia renováveis, onde a geração solar fotovoltaica atingiu 50,6 TWh, tendo crescimento de 54,8% em relação ao ano anterior. A geração eólica atingiu 95,8 TWh, crescendo 17,4% comparado com o ano anterior e a geração

Hidrelétrica e termelétrica tiveram quedas em relação a 2022 (EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA, 2024). A figura 3 abaixo, mostra um modelo de GD:

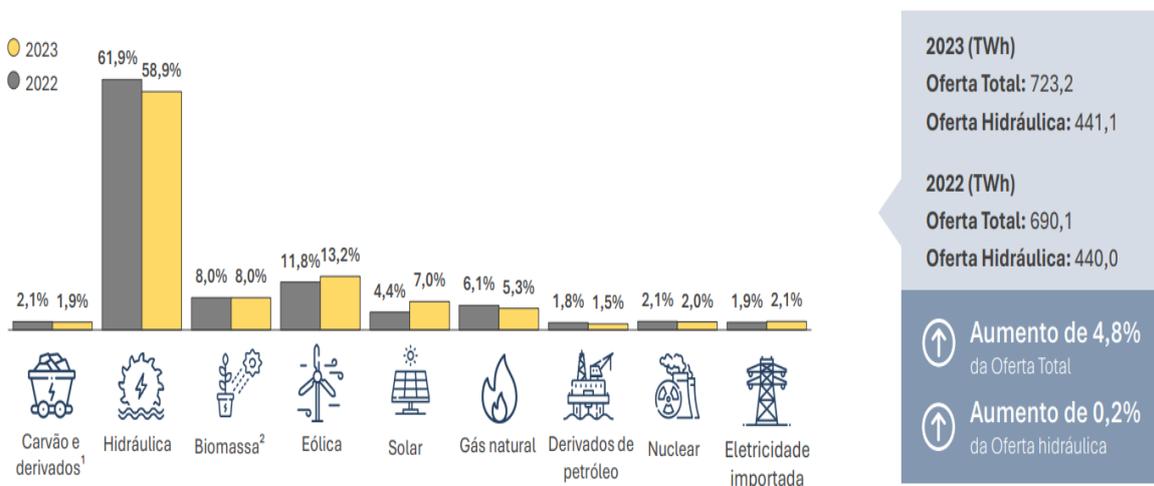
Figura 3: Modelo de Geração Distribuída



Fonte: Geração distribuída, 2008.

A matriz elétrica teve mudanças por conta da estabilidade do regime hídrico que está associado ao aumento da geração de energia solar e eólica (EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA, 2024). Conforme a figura 4:

Figura 4: Matriz elétrica no Brasil em 2023



Fonte: Empresa de Pesquisa Energética, 2024.

Um ponto importante na GD são os financiamentos, onde no Brasil começam a se consolidar em 2018, como é uma tecnologia em expansão os bancos hesitam em financiar e os que permitem tem exigências de altas taxas com prazos curtos de amortização. Em 2016 o Banco Nordeste lançou uma linha de financiamento, no qual os custos de dívidas de 6 a 10% ao ano e com prazos de pagamento de 12 anos, porém, inicialmente com focos em empresas, só em 2018 o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), lançou linha de financiamento para pessoas físicas para geração solar distribuída, contribuindo para a geração descentralizada em massa (FERREIRA, 2019).

A expansão do mercado brasileiro no sistema de GD pelo crescimento das necessidades para atender as demandas elétricas, onde os consumidores de forma individual tomam a decisão de como e quando expandir a capacidade de geração, porém, é necessário que haja mudanças em regulamentações, normativas, modelos de financiamento e negócios, são pontos importantes para que haja o desenvolvimento da GD. Da necessidade da regulamentação, em 2018 na consulta pública nº 010/2018, onde é incluída a discussão referente a tarifa ao consumidor final que deve ser compensadas quando há utilização da energia. Ainda na consulta pública de 2018 são discutidas as aplicações de regras fiscais a modelo de negócios específicos, como por exemplo a energia como serviço e desenvolvimento de novos modelos de negócios. Atualmente os consumidores comerciais e industriais são líderes em desenvolvimento de projetos de geração distribuída (FERREIRA, 2019).

1997

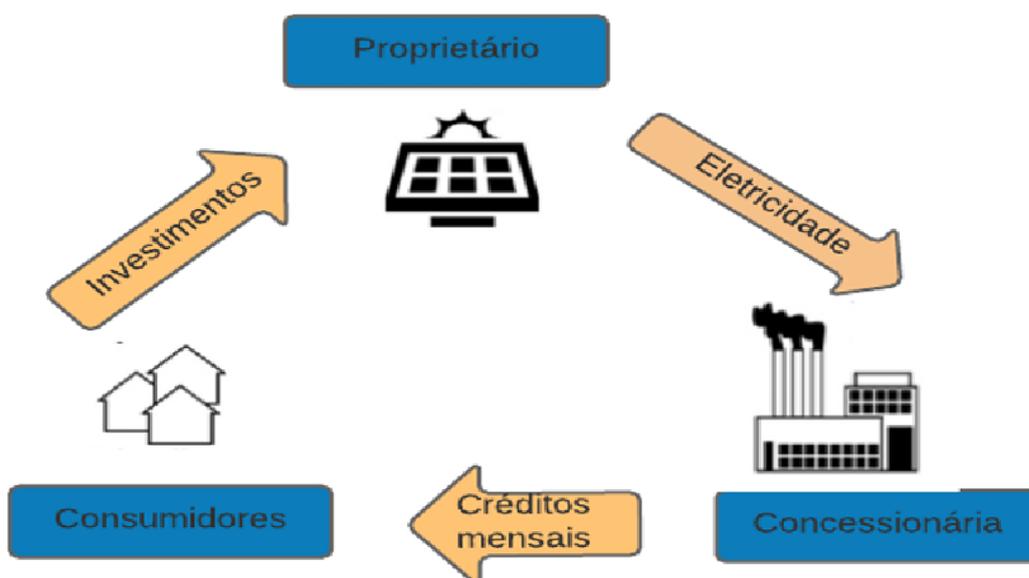
### **Mercado de Geração Distribuída**

Para compreender como a GD se encaixa no mercado global de energia, é fundamental considerar o tipo de serviço oferecido a localidade e os benefícios dos usuários. Esses serviços podem ser classificados como fornecimento de energia e atendimento a demanda de pico do consumidor. No caso da energia solar fotovoltaica, em aspecto particular é interessante avaliar as reduções de custos e o crescimento do mercado, apesar de que os resultados são inferiores ao da energia eólica. Um fator para essa diferença são os custos unitários de capital que são altos para a tecnologia utilizada. Entretanto, nos últimos 20 anos a energia solar fotovoltaica se tornou uma tecnologia comum e de forma ampla utilizada para a geração de eletricidade, um exemplo são os programas de instalação de painéis solares em grande escala (DIAS, 2005).

As taxas de crescimento da produção de módulos fotovoltaicos têm sido altas nos anos de 2000 a 2001, cresceram em 40%. Os produtores de módulos fotovoltaicos crescem de forma acentuada (DIAS, 2005).

A energia solar proporciona uma ampla gama de aplicações além da autoconsumo, gerando assim, diversas oportunidades de utilização. No Brasil até a metade de 2023, a potência fotovoltaica era de 32GW, totalizando 14,7% da matriz elétrica nacional, somatizando com as pequenas instalações em casas e comércios. Atualmente a energia solar como um modelo de investimento tem perspectivas animadoras é possível pensar em energia solar para além da economia (SOLAR VALE, 2021). A figura 5 abaixo, apresenta um modelo de geração como investimento.

**Figura 5:** Modelo de geração distribuída como investimento



**Fonte:** Augustine, 2016.

Uma vantagem é que os painéis fotovoltaicos podem ser instalados em áreas que seriam difícil para outros investimentos, como por exemplo a agricultura. Além disso, a energia solar é uma fonte inesgotável, isso significa que os investidores podem confiar na estabilidade do fornecimento de energia e de consequências dos lucros.

A perspectiva de abertura do Mercado Livre de Energia está impulsionando os investimentos na energia solar fotovoltaica. Em 2024, todos os consumidores de alta tensão poderão escolher seus fornecedores livremente. A liberdade de escolha para consumidores de baixa tensão, incluindo residenciais, deve começar a ser implementada a partir de 2028. A

oportunidade de construir usinas solares não é exclusiva para grandes investidores, mas também está aberta para empreendedores e pequenos investidores interessados em participar desse mercado promissor. (SOLAR VALE, 2021).

A estrutura do mercado de energia elétrica em dois ambientes diferentes: Ambiente de Contratação Regulada (ACR) e o Ambiente de Contratação Livre (ACL). Os vendedores ACR, são geradores comercializadores e produtores que são independentes de energia. Estes vendem energia para agentes distribuidores, intermediários, que disponibilizam a energia para os clientes do segmento. Os ACL, comercializam a energia de forma direta para os consumidores livres. NO ACR as distribuidoras de energia fazem compras de pacotes de energia em leilões dos agentes vendedores e as compras se formalizam pelos contratos bilaterais entre as partes, distribuidoras e vendedores. Já no ACL é definido como um ambiente de contratação livre, onde os agentes participantes, comercializadores ou consumidores livres, têm por obrigação registrar as transações na Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE) (CORTEZ, 2020).

## MÉTODOS

O presente trabalho foi iniciado pela coleta de dados com a busca por artigos científicos relevantes nas bases de dados Scopus, Science Direct e IEEE Xplore, usando os termos de busca “distributed AND generation AND renewable energy AND photovoltaic” e filtrando para o intervalo de tempo de 1º de janeiro de 2005 a 1º de julho de 2024. Na base de dados Scopus, foi possível filtrar adicionalmente por país. O filtro “País/território” foi adicionado para os países Brasil, Estados Unidos, Alemanha, China e Japão para refinar a busca por publicações relevantes para estes países.

Todos os tipos de publicações que não fossem artigos científicos foram excluídos, portanto, artigos de revisão, cartas ao editor, artigos de opinião, resumos de conferências, discussões. Isso foi obtido aplicando o filtro “Tipo de documento: Artigo” no Scopus, “Tipo de artigo: Artigo de pesquisa” no Science Direct e o filtro “Revistas” no IEEE Xplore. Esse filtro era desnecessário no SciELO, pois ele contém apenas artigos científicos.

Outra fonte de coleta de dados foi a realização de uma análise documental relacionado as normativas e decretos, onde documentos oficiais e legislação são examinados para entender o contexto e as mudanças nos atos regulatórios. Também são realizadas análises quantitativas, qualitativas e crítica, discutindo os aspectos relacionado a geração distribuída, onde as

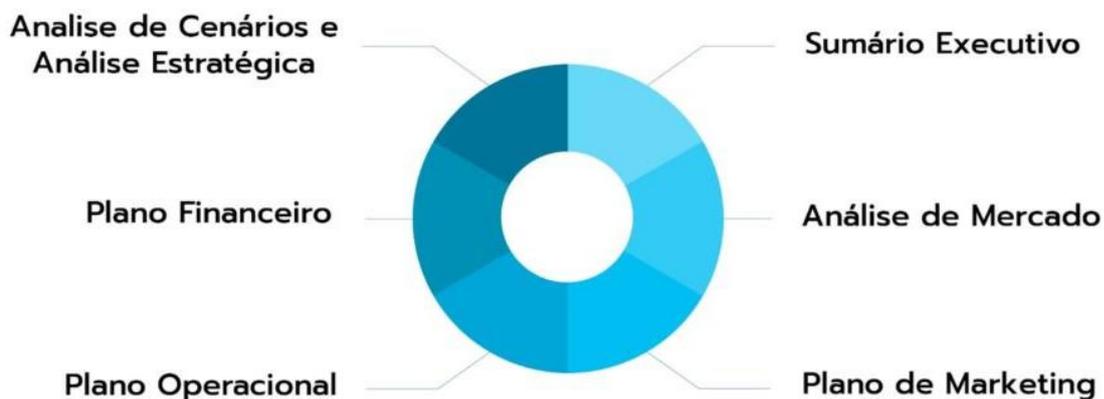
implicações e os impactos de diferentes modelos de negócio e políticas são examinados, para exemplificar as práticas de geração distribuída.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para os resultados é importante analisar os modelos de negócios, este que podem ter várias definições e diretrizes, como cada setor e empresa pode ter seu modelo de negócio, adaptando este de acordo com as necessidades e circunstâncias do negócio.

De acordo com Dias (2006), um modelo de negócio é dividido em 4 componentes: objetivos que são as metas do negócio; os recursos são todos os auxílios que constituem os objetos utilizados; o processo é definido como um conjunto de estruturas, onde são realizadas atividades para que o produto, seja esse bem ou serviço, seja gerado e o quarto componente são as regras, estas que restringem e dão as condições que constituem o modelo de negócio. Dentro dos 4 componentes os processos e as regras são os mais importantes dentro do modelo de negócio, conforme a figura 6:

**Figura 6:** Modelo de negócio



**Fonte:** EPR Consultoria, 2021.

Um modelo de negócios adequado e eficiente é o ponto principal para potencializar os benefícios com o crescimento da GD na rede elétrica tem se empenhado em assegurar uma conexão que seja acessível e estável com a rede principal. A normativa de 2015 da ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica) não permitia a compra de energia elétrica ou por capacidade, atualmente a resolução nº 1.000/2021 da ANEEL estabelece, entre outras diretrizes,

novos mecanismos para a compra de energia elétrica no âmbito do mercado livre. Com essa resolução, há a possibilidade de aquisição de energia elétrica e de capacidade. Outro fator importante, além do modelo de negócio é o valor de proposta, no qual é baseado no valor que se é oferecido aos clientes, tendo como base compra de produto e/ou serviço (XIAOYAN, 2014). Os modelos de negócio para geração distribuída são caracterizados pelas vantagens do projeto, mas também para caso haja erros no planejamento e execução do projeto. Uma organização pode ser responsável por desempenhar todo o trabalho, porém, pode haver casos onde duas ou mais partes podem estar envolvidas na execução e operação, esse ponto é um dos principais para todas partes interessadas porque deve haver adaptação e aprimoramento para manter os negócios (SLACKERELLI, 2017).

Um modelo é o utility-side, no qual os projetos variam de 1 MW a 100MW. Esse modelo de negócios é definido com a geração de energia em grande escala de forma a alimentar a rede, dessa forma, a uma ligação física do cliente que são constituídos por contratos de compra de energia, mas em nível de negócios, ao invés de tratar diretamente com o cliente final. Os projetos nesse modelo de negócio são semelhantes aos tradicionais de geração de energia, em relação a custos da construção e da operação, esses são remunerados pelo pagamento de tarifas ou créditos fiscais por investimento (RITCHER, 2013; MIRANDA, 2019). Conforme o mercado de eletricidade e investimento cresce, surge novos modelos, um exemplo é o modelo de negócio third-party, modelo utilizado nos Estados Unidos, onde empresas, terceiros, são proprietários do sistema GD instalado e as companhias são responsáveis por recuperar o investimento, podendo alugar ou vender a eletricidade gerada e nesse modelo os usuários não necessitam de assumir os riscos ou arcar com o investimento inicial (VILELA, 2017).

Com o desenvolvimento das tecnologias no setor de geração transmissão e distribuição elétrica há crescimento da demanda global de geração distribuída no mundo, como a GD engloba organização de fontes de energia locais, particularmente em usinas com bases em fontes renováveis, tanto solar quando eólica e também as não renováveis, diesel e gás o que possibilita o uso de usinas de energia com grandes eficiências e em grandes escalas, funcionando a partir da geração conjunta, envolvendo processos de conversão de energia. Um ponto importante na GD é o controle dos recursos energéticos porque se não houver controle na oferta e demanda de energia, pode ser necessário ter uma reserva de capacidade de geração o que em consequência tem uma perda e diminuição na instalação e também aumentando os custos do sistema (UFA, 2022).

A China como maior produtor de GD, em especial a energia solar, domina o mercado global, como os painéis solares do planeta são produzidos por empresa chinesas e até o equipamento para fabricação de painéis solares. A China instalou mais painéis solares que os Estados Unidos o aumento de produção e instalação de energia renovável é uma grande aposta para o mercado, principalmente com tecnologias emergentes. As empresas chinesas estão apostando em instalação em fazenda solares nos desertos na região oeste da China, as empresas utilizam a eletricidade geradas nas fazendas para fabricação dos polissilício que é a matéria-prima para os painéis solares. Diferente da China a Europa tem eletricidade e a terra para fazenda solares cara, conseqüentemente retardam a instalação de fazenda solares e também existe as questões de licenciamento para transmissão de energia renovável.

A comercialização de energia tem relação com capacidade de geração, crescimento e até mesmo crises, por exemplo, hídricas e tendo influência também das mudanças climáticas. No Brasil o Ambiente de Contratação Livre. No ambiente Livre os participantes são os geradores, comercializadores e consumidores; já na contratação há uma livre negociação entre as partes, vendedores e compradores. No tipo de contrato é acordado de forma livre, onde são estabelecidas pelas partes envolvidas, onde os contratos podem ser estabelecidos entre o agente, de acordo com a estratégia comercial, porém, deve ser negociado os custos, tanto do sistema de transmissão quanto das tarifas atribuídas pela ANEEL e pela concessionária de energia. A Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE), diz que todos os contratos de compra e venda de energia elétrica devem ser registrados (FELIX, 2023).

2002

Dessa forma o Brasil mostra e tem potencial para o crescimento da comercialização de energia e comparando e com concordância com outras potências mundiais, como Alemanha, Reino Unido e Estados Unidos, esses que já possuem um mercado de energia elétrica consolidado, fica evidente o futuro do mercado de energia brasileiro, abrangendo diversos tipos consumidores, haja vista que a liberdade de escolha desenvolve um mercado mais competitivo (FELIX, 2023).

Em contrapartida a venda de energia elétrica proveniente da geração compartilhada é proibida no Brasil, porém, é permitido alugar terreno e os equipamentos na localidade que a energia é produzida, conhecidas como usinas por aluguel. A normativa da ANEEL Nº 1.059 publicada em 2023, aprimorou as regras relacionadas a conexão e faturamento em sistemas de distribuição de energia elétrica, as regras no Sistema de Compensação de Energia Elétrica (SCEE). Um ponto importante é a compensação dos créditos, onde cada distribuidora ou

concessionária tem seu valor de tributos e principalmente para Grupo A, grupo pertencentes a alta tensões, onde são cobradas demandas, assim a energia injetada recebe um valor acertado entre as partes e o excedente também deve ser levado em consideração, haja vista que a custos.

Um investimento em acessão no setor de geração distribuída são as fazendas solares, essas são locais que são instaladas grandes quantidades de módulos fotovoltaicos, tendo como objetivo a geração de energia elétrica para a comercialização dos créditos de energia que podem ser vendidas para empresas ou residenciais, grupo A e grupo B (baixa tensão). No Brasil pode-se dividir o investimento das fazendas solar em venda de energia para concessionária, esse tipo de venda já acontece na Alemanha, tem o intuito de fornecer energia para as distribuidoras, esse tipo de comercialização é realizado no Brasil por meio de leilões federais, porém, são extremamente burocráticos e o investimento mínimo é R\$ 50 milhões, já à venda no mercado livre, no qual é comercializado aos interessados. Há outras opções que exigem menos burocracias e menos investimento iniciais que são as cooperativas de geração distribuída, nessas os consumidores não podem ou até mesmo não querem instalar fotovoltaicos nas suas localidades e assim, a distribuição de créditos é feita de acordo com o consumo e outra opção é por meio de consórcio, mas diferente das cooperativas, essas envolvem apenas pessoas jurídicas.

## CONCLUSÃO

2003

Este trabalho analisou a evolução e os desafios da geração distribuída (GD) de energia no Brasil, com foco na energia solar e realizou comparações com países como China, Estados Unidos, Alemanha e Japão. Apesar do grande potencial solar, o Brasil ocupa uma posição modesta no cenário global, o que destaca a necessidade de políticas públicas mais robustas, incentivos financeiros e um marco regulatório mais claro. A análise das normativas, como a REN 482/2012 até a resolução 1.000/2021 da ANEEL, mostrou cronologicamente os esforços para promover a micro e minigeração distribuída. Foram exploradas diferentes modalidades de negócios para viabilizar e expandir projetos de GD, com destaque para a geração compartilhada como alternativa promissora, apesar das restrições legais. O recente crescimento da matriz elétrica brasileira, especialmente em energia solar fotovoltaica, indica uma transformação em curso. No entanto, adaptações nas regulamentações, novos modelos de financiamento e maior acesso ao Mercado Livre de Energia são fundamentais para que o Brasil maximize seu potencial de GD. Apesar dos desafios, como os altos custos de instalação e financiamento, as oportunidades trazidas pela inovação tecnológica e a crescente consciência ambiental oferecem

um cenário promissor. A integração de tecnologias emergentes e a colaboração entre consumidores e investidores podem facilitar a transição para um sistema energético mais descentralizado. Para que o Brasil se destaque no mercado de energia solar, é crucial uma ação conjunta entre governo, setor privado e sociedade civil, visando a diversificação da matriz energética e a plena exploração do potencial do país. Se bem orientada, a GD no Brasil pode suprir as necessidades internas e posicionar o país como líder na transição energética global.

## REFERÊNCIAS

AUDITECE. Cartilha Energia Solar. 2022. Disponível em: <<https://www.auditece.org.br/sites/default/files/news/files/Cartilha%20Energia%20Solar%20-%20VIRTUAL%20-%20AUDITECE%20.pdf>>. Acesso em: 14 jul. 2024.

AUGUSTINE, P.; MCGAVISK, E. The next big thing in renewable energy: Shared solar. *Electricity Journal*, v. 29, n. 4, p. 36-42, 2016.

CÂMARA dos Deputados. Projeto de Lei nº 5323, de 2019. Disponível em: <[https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop\\_mostrarintegra?codteor=1814607](https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra?codteor=1814607)>. Acesso em: 14 jul. 2024.

CORTEZ, Adolfo Von Ende. Análise de geração distribuída para consumidores do mercado livre de energia. Universidade Federal de Santa Maria, 2020.

DIAS, Felipe G. et al. Uma Abordagem para a Transformação Automática do Modelo de Negócio em Modelo de Requisitos. In: WER. 2006. p. 51-60.

DIAS, Marcos Vinicius Xavier. Geração distribuída no Brasil: oportunidades e barreiras. Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Itajubá, 2005.

EMPRESA de Pesquisa Energética (EPE). BEN - Balanço Energético Nacional: Síntese. 2024. Disponível em: <[https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-819/topico-715/BEN\\_S%C3%ADntese\\_2024\\_PT.pdf](https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-819/topico-715/BEN_S%C3%ADntese_2024_PT.pdf)>. Acesso em: 20 jul. 2024.

ENGENHARIA DE PROJETOS. Modelos de negócios para energia solar: geração compartilhada. Blog Engenharia de Projetos, 2020. Disponível em: <<https://engenhariadeprojetos.com.br/blog/modelos-de-negocios-para-energia-solar-geracao-compartilhada/>>. Acesso em: 02 jul. 2024.

EPR Consultoria. 6 etapas para elaborar um plano de negócios, 2021. Disponível em: <<https://eprconsultoria.com.br/wp-content/uploads/2021/08/6-etapas-para-elaborar-um-plano-de-negocios-1024x634.jpg>>. Acesso em: 21 jul. 2024.

FELIX, Esther Paula Soares. O mercado livre de energia no Brasil: um estudo de caso no Instituto Federal da Paraíba. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso.

FERREIRA, R., Corredor, P. H., Rudnick, H., Cifuentes, X., & Barroso, L. (2019). Electrical expansion in South America: Centralized or distributed generation for Brazil and Colombia. *IEEE Power and Energy Magazine*, 17(2), 50-60.

Geração Distribuída. 2008. In: O que é Geração Distribuída? Disponível em: <<https://geracaodistribuida.blogspot.com/2008/10/o-que-gerao-distribuida.html>>. Acesso em: 20 jul. 2024.

MIRANDA, Gabriela Veras Lima. Modelos de negócios de geração distribuída com plantas fotovoltaicas. 2019.

RESOLUÇÃO Normativa nº365, de 19 de maio de 2009. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2009365.pdf>>. Acesso em: 14 jul. 2024.

SLACKERELLI, M. OWNERSHIP STRUCTURES AND FINANCING OPTIONS FOR SOLAR ENERGY GENERATION IN THE REDWOOD COAST ENERGY AUTHORITY SERVICE AREA. [s.l.] The Faculty of Humboldt State University, 2017.

SOARES, Marcus Filipe Vieira et al. Análise comparativa de políticas públicas e desenvolvimento regulatório da energia solar fotovoltaica no Brasil e na Alemanha, 2019.

SOLAR Vale. Usinas solares como modelo de investimento: um negócio lucrativo, 2021. Disponível em: <<https://solarvale.com.br/usinas-solares-como-modelo-de-investimento-um-negocio-lucrativo/>>. Acesso em: 14 de jul. 2024.

UFA, RA et al. Uma revisão sobre impactos da geração distribuída no sistema de energia elétrica. *Revista internacional de energia de hidrogênio*, v. 47, n. 47, p. 20347-20361, 2022.

2005

VILELA, I. N. R. ;; SILVA, E. P. a Geração Compartilhada De Energia: Uma Análise Dos Modelos E O Papel Da Concessionária. *Revista Brasileira De Energia*, v. 23, n. 1, p. 24-35, 2017.

XIAOYAN, H. Master ' s Thesis Comparative Analysis of Solar PV Business Models. [s.l: s.n.].

ZHANG, J.T.; Jin, H.J.; Wang, H. Q. A Survey of DIstributed Generation Systems in North America. *Electric Power Components and Systems*, v. 43, n. 14. 2015.

DA SILVA, Patricia Pereira et al. Photovoltaic distributed generation—An international review on diffusion, support policies, and electricity sector regulatory adaptation. *Renewable and sustainable energy reviews*, v. 103, p. 30-39, 2019.

KARIM L. Anaya, Michael G. Pollitt, Integrating distributed generation: Regulation and trends in three leading countries, *Energy Policy*, Volume 85, 2015.

RICHTER, Mario. Business model innovation for sustainable energy: German utilities and renewable energy. *Energy Policy*, v. 62, p. 1226-1237, 2013.