A GERAÇÃO DISTRIBUÍDA NO BRASIL E SUA RELAÇÃO COM AS DIMENSÕES DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

DISTRIBUTED GENERATION IN BRAZIL AND ITS RELATIONSHIP WITH THE DIMENSIONS OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT

Welinton Ferreirai[1]
Recibido: 17/11/2024 y Aceptado: 16/6/2025

1.- welintonconte87@gmail.com

Resumo

Desde 2019 o Brasil está apresentando um rápido crescimento da Geração Distribuída (GD), particularmente via a fonte Solar Fotovoltaica (FV). Diante deste cenário, o objetivo deste artigo é analisar a evolução da GD no Brasil à luz da ideia de Desenvolvimento Sustentável, ou seja, verificar se a GD está sendo positiva nas dimensões ambiental, econômica e social. Os resultados mostram que a regulamentação da GD no Brasil, apesar de ter influenciado no crescimento da energia solar FV, tem levado a uma distribuição de renda às avessas e impactado negativamente na qualidade dos empregos e investimentos gerados no setor de energias renováveis brasileiro. Portanto, o crescimento da GD no Brasil foi positivo na dimensão ambiental, mas apresenta impactos negativos nas dimensões social e econômica.

PALAVRAS CHAVE: Geração Distribuída; Regulação; Desenvolvimento Sustentável; Energia Solar; Brasil.

Abstract

Since 2019, Brazil has been experiencing rapid growth in Distributed Generation (DG), particularly through Solar Photovoltaic (PV) sources. In this context, the aim of this paper is to analyze the evolution of DG in Brazil in light of the concept of Sustainable Development, that is, to assess whether DG is having a positive impact on the environmental, economic and social dimensions. The results show that the regulation of DG in Brazil, although contributing to the growth of solar PV power, has led to a reverse income distribution and negatively affected the quality of jobs and investments generated in the Brazilian renewable energy sector. Therefore, the growth of DG in Brazil has been positive in the environmental dimension, but it presents negative impacts on the social and economic dimensions.

KEYWORDS: Distributed Generation; Regulation; Sustainable Development; Solar Power; Brazil.

1. INTRODUÇÃO

Dentre as principais preocupações da sociedade mundial no século XXI estão as mudanças climáticas e os esforços para a redução das emissões de gases de efeito estufa (GEE). Tais preocupações têm levado os países a buscarem alternativas que possam suprir suas necessidades gerando menos impactos ambientais, como é o caso do setor energético.

No setor de energia, os países estão em busca de uma transição, ou seja, estão buscando substituir os modelos de geração de energia baseados em fontes poluentes por modelos que utilizam, predominantemente, fontes renováveis e de menor impacto ambiental. A Transição Energética atual foi motivada pelas mudanças climáticas e, por isso, a adoção inicial das novas Fontes Renováveis de Energia (FRE) (leia-se eólica e solar) foi impulsionada por políticas públicas de governos nacionais e por organismos multilaterais (a exemplo do Protocolo de Kyoto e do Acordo de Paris).

A transição energética está inserida dentro da ideia de desenvolvimento sustentável. Há diversos conceitos de desenvolvimento sustentável e todos levam em consideração que o desenvolvimento de um país não deve ser visto apenas pela sua dimensão econômica, mas também por outras dimensões, como a social e a ambiental. Em 2015, por exemplo, a Assembleia Geral das Nações Unidas estabeleceu 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e dentre eles há objetivos econômicos, sociais e ambientais.

Diante do contexto de mudanças climáticas e busca pela transição energética e desenvolvimento sustentável, o governo brasileiro vem desde o início dos anos 2000 incentivando as novas FRE, como a energia solar, cujo crescimento se deu majoritariamente via Geração Distribuída (GD). A GD, por sua vez, vem sendo estimulada no Brasil desde 2012 e, ainda que seja majoritariamente proveniente da fonte solar FV, conta também com a participação de eólicas, hidrelétricas e termoelétricas. Destaca-se que de 2019 a 2024 a GD via solar FV apresentou um crescimento maior do que 1500%, saindo de 2,195 MW para 36,109 MW (Absolar, 2025).

Diante do elevado crescimento recente da GD no Brasil, o objetivo deste artigo é analisar a evolução deste setor à luz da ideia de desenvolvimento sustentável, ou seja, verificar se a GD está evoluindo no país em consonância com as dimensões ambiental, econômica e social. Para analizar a dimensão ambiental veremos se a GD foi importante para o crescimento das FRE no país. No caso da dimensão econômica, examinaremos o impacto da GD na economia através de dados sobre investimento, geração de empregos e tributos, além do efeito na demanda de outras FRE. Por fim, na dimensão social analisaremos quem se beneficia dos subsídios destinados à GD, além de compararmos os subsídios destinados à GD com outros subsídios presentes no setor elétrico brasileiro e que são claramente destinados à população de baixa renda.

O artigo está dividido em quatro seções, incluindo a presente introdução. A seção 2 apresenta a ideia de desenvolvimento sustentável e mostra que a mesma é formada não só pelas dimensões econômica e ambiental. Já a seção 3 descreve a evolução da regulação da GD no Brasil, pois há regras que impactam diretamente na dimensão social de desenvolvimento sustentável. Por fim, a seção 4 busca verificar se a evolução da GD no Brasil foi positiva nas dimensões econômica, ambiental e social do desenvolvimento sustentável.

2. DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Adam Smith, em "A Riqueza das Nações" de 1776, abordou o desenvolvimento como sinônimo de crescimento econômico. Tal ideia permaneceu em modelos clássicos e neoclássicos de crescimento elaborados no século XX, como no modelo de Solow, uma vez que tais modelos consideram crescimento econômico como a única variável para se chegar ao desenvolvimento. No entanto, ainda no século XX, no período pós-guerra, diversos economistas começaram a contestar tal ideia.

A corrente Estruturalista, com destaque para Raul Prebisch e Celso Furtado, argumenta que o crescimento econômico seria uma condição indispensável, mas não suficiente, para o desenvolvimento. Desenvolvimento seria o crescimento econômico transformado para satisfazer as necessidades do ser humano, como saúde, educação, habitação, transporte, alimentação e lazer.

Pode-se dizer que o debate moderno sobre a relação entre desenvolvimento e meio ambiente foi iniciado em 1972 com o relatório "os limites do crescimento" apresentado pelo Clube de Roma, este que lançou luz sobre a deterioração do meio ambiente causada pelo crescimento econômico e direcionou o debate para o caráter sustentável do desenvolvimento (Lara e Oliveira, 2018).

Na década de 1990 podemos destacar o trabalho de Sachs (1993), que defendia que o desenvolvimento sustentável deveria ser analisado em 5 dimensões: social (distribuição de renda); Econômica (melhorias na alocação e gestão de recursos); Ecológica (preservação do meio ambiente e oferta de recursos naturais necessários à sobrevivência humana); Espacial (tratamento equilibrado da ocupação rural e urbana e melhoria na distribuição territorial das atividades econômicas e assentamentos humanos); e Cultural (alteração nos modos de pensar e agir da sociedade de forma a gerar uma consciência ambiental). Nesta década podemos ressaltar ainda o documento publicado em 1995 pelo então secretário da ONU, Boutros-Ghali, que defendia que o desenvolvimento seria composto por 5 dimensões: paz, crescimento econômico, ambiente, justiça social e democracia (Matos e Rovella, 2010).

Em 1999, na obra "Desenvolvimento como liberdade", Amartya Kumar Sen (2010) questiona o atual modelo de desenvolvimento econômico afirmando que este tende a esgotar a base de recursos naturais e aumentar as distorções sociais. Para Sen (2010), desenvolvimento deveria ter como base as dimensões econômica e sociocultural.

Em 2015 a Assembleia Geral da Organização das Nações Unidas (ONU) definiu 17 objetivos de Desenvolvimento Sustentável, os quais podem ser vistos na figura 1.

Figura 1. Os 17 objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU.

Fonte: ONU (2024).

Como descrito, a teoria econômica já vem há algum tempo diferenciando desenvolvimento de crescimento econômico. Ademais, as classificações de desenvolvimento têm apresentado esta como sendo composta por diversas dimensões, sendo a social uma delas. Tal fato pode ser visto em todas as definições de desenvolvimento apresentadas nessa seção e em diversos objetivos de desenvolvimento sustentável da ONU.

É importante destacar que o desenvolvimento deve ser buscado em todas as suas dimensões. Nos últimos anos, por exemplo, a dimensão ambiental tem ganhado força devido às questões relacionadas ao aquecimento global e às mudanças climáticas, mas tal fato não deveria levar os agentes econômicos a ignorar as demais dimensões.

Segundo Buarque (2002), o desenvolvimento tem como base as dimensões econômica, social e ambiental. Para o autor, desenvolvimento seria fruto do aumento da eficiência e do crescimento econômico, da elevação da qualidade de vida e da equidade social, além da conservação ambiental. No entanto, um país que melhorasse a eficiência econômica e a conservação ambiental, mas deixasse a questão social de lado, teria como resultado um aumento da pobreza e da desigualdade social. Por outro lado, se o país melhorasse a eficiência econômica e a questão social, mas deixasse a conservação ambiental de lado, o mesmo teria como resultado a degradação do meio ambiente. Buarque (2002) afirma ainda que medidas voltadas para melhorar uma dimensão podem afetar negativamente outra. Por exemplo, medidas que melhorem a conservação ambiental podem ao mesmo tempo reduzir a eficiência econômica ou a equidade social. Para evitar tal efeito compensatório negativo, seria preciso promover mudanças no modelo de desenvolvimento, principalmente no padrão tecnológico, na estrutura de renda e no padrão de consumo.

Portanto, podemos concluir que o desenvolvimento apenas será alcançado quando todas as suas dimensões são levadas em consideração. Ademais, é preciso destacar que o desenvolvimento de um país (ou localidade) decorre de diversas políticas (públicas e privadas), sendo essencial que tais políticas levem em consideração todas as dimensões do desenvolvimento.

3. REGULAÇÃO DA GERAÇÃO DISTRIBUÍDA NO BRASIL

3.1 Resolução Normativa nº 482 de 2012 da ANEEL: o início da Regulação da Geração Distribuída.

A GD abarca os sistemas de geração provenientes de fontes renováveis ou cogeração qualificada com potência de até 5 MW, localizados junto ou próximo ao consumidor e que estão conectadas à rede de distribuição (BRASIL, 2022). Conforme mostra a tabela 1, o Brasil terminou 2023 com 26,5 GW de potência instalada de GD, das quais 99% eram provenientes da fonte Solar Fotovoltaica (FV).

Tabela 1. Evolução anual do número de Conexões e da Potência Instalada de Geração Distribuída no Brasil

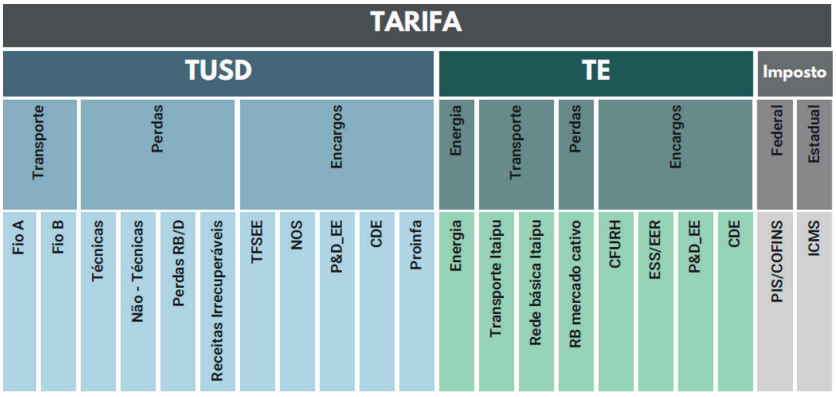
Ano	Quantidade Anual de novas Conexões	Potência Anual Instalada (MW)
2011	30	0,2
2012	30	0,75
2013	84	1,84
2014	298	2,98
2015	1348	15,73
2016	6479	63,93
2017	13495	156,02
2018	36189	446,96
2019	123268	1621,78
2020	226566	3000,02
2021	456616	4730,74
2022	801772	8151,33
2023	685205	8352,51
Total (2009-2023)	2351407	26547,05

Fonte: ANEEL (2024a). Elaboração Própria.

A instalação de sistemas de GD ganhou impulso no Brasil em 2012 com a publicação da Resolução Normativa (REN) nº 482 da ANEEL, principalmente por conta do sistema de compensação de energia elétrica (SCEE) adotado que, além de permitir que a unidade consumidora (UC) gerasse mais energia do que seu consumo (em um mês) e pudesse utilizar o excedente (créditos de energia) em até 60 meses na sua unidade ou em outra de mesmo titular, valorava igualmente a eletricidade produzida pelos sistemas de GD com a fornecida pela distribuidora (ANEEL, 2012).

A tarifa cobrada pelas distribuidoras é formada, conforme mostra a figura 2, pelos custos de geração, transmissão e distribuição de eletricidade, além dos encargos setoriais e impostos.

Figura 2. . Composição da tarifa de eletricidade cobrada pelas distribuidoras no Brasil.



Fonte: Rigo et al (2021).

A parte "Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição (TUSD)" busca cobrir os custos relativos ao uso dos sistemas de transmissão (Fio A) e distribuição (Fio B), além das perdas e dos encargos setoriais. Já a parte "Tarifa de Energia (TE)" serve para cobrir os custos de geração de energia, além das perdas, encargos setoriais e dos custos de transporte e rede básica da hidrelétrica de Itaipu. Portanto, o fato da REN nº 482 da ANEEL valorar a energia injetada na rede pelo sistema de GD em 100% da tarifa cobrada pelas distribuidoras significa uma sobrevalorização, uma vez que a tarifa cobrada pelas distribuidoras é formada não só pelo custo de produção da eletricidade, mas também por outros custos como os custos de transmissão e distribuição e os encargos setoriais. Assim sendo, ao determinar que a energia proveniente da GD tenha o mesmo valor daquela fornecida pela distribuidora, o regulador faz com que a Unidade Consumidora com GD receba um valor superior ao custo de produção de sua energia, ou seja, um subsídio.

O subsídio dado à GD pela REN nº 482/2012, aliado ao encarecimento da eletricidade no Brasil[1] e à queda do preço dos sistemas de GD[2], estimulou a adoção da GD e, consequentemente, gerou a questão da chamada "espiral da morte", que basicamente diz que a adoção de sistemas de GD por parte dos consumidores cativos reduziria a demanda das distribuidoras e levaria a reajustes tarifários, fato que estimularia a demanda por GD e reiniciaria o processo.

Visando reduzir os subsídios e minimizar os problemas da "espiral da morte", a Agência

1.-Entre 2010 e 2018 a tarifa residencial média de eletricidade no Brasil cresceu ano a ano (com exceção de 2013 e 2016), saindo de R$ 330,7/MWh em 2010 para R$ 548,2/MWh em 2018, ou seja, um crescimento de cerca de 66% (ANEEL, 2024b).
2.-O LCOE (Levelized cost of energy) representa o custo por energia gerada por um projeto ao longo do seu ciclo de vida, sendo considerados todos os custos (tanto os de investimento quanto os operacionais). O custo médio global nivelado (LCOE) de energia proveniente da fonte solar FV se reduziu em 89% entre 2010 e 2022, sendo tal redução de cerca de 83% entre 2010 e 2018 (IRENA, 2023b). Boa parte desta redução se deu por conta da queda dos preços

Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) realizou estudos e sugeriu mudanças na valoração da eletricidade proveniente dos sistemas de GD, ou seja, mudanças no SCEE. No relatório de Análise de Impacto Regulatório (AIR) nº 003/2019, a ANEEL (2019) defende que a eletricidade proveniente dos sistemas de GD não deveria ser valorada pelos componentes da TUSD (Fio A, Fio B, Encargos e Perdas) e nem pelo componente encargos da TE. Esta forma de valoração faria com que a eletricidade dos sistemas de GD tivesse um valor equivalente a 43% das tarifas das distribuidoras.

O debate levantado pela ANEEL sobre a precificação da eletricidade dos sistemas de GD culminou com a elaboração do Projeto de Lei nº 5.829/2021. A perspectiva de mudança na regulação da GD, aliada a diminuição do preço dos sistemas de GD[3] e ao aumento do preço da eletricidade no Brasil[4], fez com que a GD ganhasse novo impulso a partir de 2019.

3.2 Lei nº 14.300/2022: O novo marco legal da Geração Distribuída

Em 06 de janeiro de 2022 foi sancionada a lei nº 14.300, conhecida como "Novo Marco Legal da GD". A lei 14.300/2022 (BRASIL, 2022):

- Descreveu as quatro modalidades de participação no SCEE: (i) Autoconsumo Local (Microgeração ou minigeração distribuída com geração local); (ii) Empreendimentos com Múltiplas Unidades Consumidoras (EMUC); (iii) Geração Compartilhada; e (iv) Autoconsumo remoto.

- Determinou que seria usado, temporariamente, recursos da Conta de Desenvolvimento Energético (CDE) para bancar parte dos subsídios à GD, o que demonstra uma forma de subsídio cruzado uma vez que todos os consumidores contribuem com a CDE;

- Autorizou as distribuidoras a passarem a considerar a energia inserida no sistema pela GD como sobrecontratação involuntária para fins de revisão tarifária extraordinária, o que reduziu o impacto negativo da GD sobre as distribuidoras;

- Criou o Programa de Energia Renovável Social (PERS), que se destina a investimentos na instalação de sistemas FV e de outras fontes renováveis aos consumidores da Subclasse Residencial Baixa Renda; e

- Modificou o SCEE, reduzindo os subsídios para os projetos de GD que entrassem com pedido de licenciamento após janeiro de 2023.

Talvez o ponto mais importante que a lei nº 14.300/2022 trouxe foi a mudança no SCEE. Sobre o SCEE podemos destacar que a lei nº 14.300/2022 (BRASIL, 2022) apresentou regras que de certa forma dividiu os sistemas de GD em três grupos:

- Grupo 1: Formado pelos sistemas de GD que conseguissem acesso até janeiro de 2023. A lei determinou que tais sistemas iriam permanecer com a valoração da eletricidade inalterada até 31 de dezembro de 2045, ou seja, permanecem recebendo a mesma quantidade de subsídios dada pela RN nº 482/2012;

3.- O LCOE de energia proveniente da fonte solar FV se reduziu em 26% entre 2019 e 2022 (IRENA, 2023b).
4.- Entre 2019 e 2023 a tarifa residencial média de eletricidade no Brasil cresceu em todos os anos, saindo de R$ 557/MWh em 2019 para R$ 731.2/MWh em 2023, ou seja, um crescimento de cerca de 31% (ANEEL, 2024b).

• Grupo 2: Formado pelos sistemas de GD que conseguissem acesso após janeiro de 2023 e fossem do tipo Autoconsumo Local ou remoto inferior a 500 KW, Geração Compartilhada até 500 KW ou EMUC. A lei estabeleceu que a eletricidade de tais sistemas passaria a não ter uma compensação gradativa e escalonada do componente Fio B da TUSD. A não compensação iniciaria com 15% em 2023 e passaria para 30% em 2024, 45% em 2025, 60% em 2026, 75% em 2027 e 90% em 2028;

• Grupo 3: Formado pelos sistemas de GD que conseguissem acesso após janeiro de 2023 e fossem dos tipos Autoconsumo remoto ou Geração compartilhada acima de 500 KW. A lei estabeleceu que a eletricidade de tais sistemas passaria a não ter uma compensação de 100% do componente Fio B da TUSD, 40% do Fio A da TUSD e 100% dos encargos Tarifa de Fiscalização de Serviços de Energia Elétrica (TFSEE) da TUSD e Pesquisa e Desenvolvimento e Eficiência Energética (P&D_EE) da TUSD e da TE.

O quadro 1 apresenta um resumo dos três grupos e ainda adiciona a proposta de SCEE apresentada pela ANEEL no relatório AIR nº 003/2019. O que podemos constatar é que a lei nº 14.300/2022 reduziu os subsídios dados aos sistemas de GD, mas tal redução foi menor do que a defendida pela ANEEL.

Quadro 1. Comparação entre o SCEE da lei nº14.300/2022 com o do Relatório AIR nº003/2019 da ANEEL.

	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Relatório AIR nº 003/2019 da ANEEL
Composição	- Autoconsumo Local; - Autoconsumo Remoto; - Geração Compartilhada; e - EMUC.	- Autoconsumo Remoto (< 500 KW); - Geração Compartilhada (≤ 500 KW); - EMUC.	- Autoconsumo Remoto (> 500 KW); - Geração Compartilhada (> 500 KW); - EMUC.	- Autoconsumo Local; - Autoconsumo Remoto; - Geração Compartilhada; e - EMUC.
Componente sem compensação	- Nenhum.	- Fio B/TUSD (15% em 2023), (30% em 2024), (45% em 2025), (60% em 2026), (75% em 2027) e (90% em 2028).	- Fio B/TUSD (100%) - Fio A/TUSD (40%) - Encargo TFSEE/TUSD (100%) - Encargo P&D_EE/TUSD (100%) - Encargo P&D_EE/TE (100%)	- Fio B/TUSD (100%) - Fio A/TUSD (100%) - Perdas/TUSD (100%) - Todos os Encargos da TUSD (100%) - Todos os Encargos TE (100%)

Fonte: ANEEL (2019) e BRASIL (2022). Elaboração própria.

4. DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E A GERAÇÃO DISTRIBUÍDA NO BRASIL

O desenvolvimento sustentável deve ser visto nas suas dimensões. Nessa seção, analisaremos o crescimento da GD no Brasil a luz da ideia de desenvolvimento sustentável, ou seja, analisaremos como o crescimento da GD no Brasil impactou nas dimensões ambiental, econômica e social.

Conforme dito anteriormente, o Brasil terminou 2023 com 26.5 GW de potência instalada de GD, das quais 99% eram provenientes da fonte Solar Fotovoltaica (FV). Assim sendo, podemos dizer que o crescimento da GD no Brasil contribuiu para o desenvolvimento sustentável na dimensão ambiental, uma vez que favoreceu o aumento da oferta de eletricidade a partir de uma fonte renovável de energia. Ademais, se olharmos o crescimento da fonte solar FV no Brasil podemos constatar que esta se deu majoritariamente via GD, dado que 70% da potência total de energia solar FV instalada no Brasil até 2023 é proveniente da GD (Absolar, 2025).

O crescimento da GD é aparentemente positivo na dimensão econômica, uma vez que os investimentos nesse setor geram renda, emprego e arrecadação para o governo. Segundo a Absolar, de 2012 a 2023 a GD no Brasil foi responsável por investir cerca de R$142 bilhões e arrecadar mais de R$42 bilhões de impostos (Canal Energia, 2024). Em termos de geração de empregos, em 2022 o Brasil empregou cerca de 241 mil pessoas no setor de energia solar FV, sendo o quarto país no mundo com mais empregos neste setor (IRENA, 2023a). No entanto, é preciso destacar o impacto negativo do crescimento da GD na contratação de outras fontes renováveis no Brasil e analisar o tipo de emprego gerado.

O crescimento da GD no Brasil se deu majoritariamente via instalação de placas FV importadas e, portanto, os empregos gerados no setor não ocorrem em setores industriais, mas nos setores de vendas, instalação e operação e manutenção, que são tipicamente fornecidos por pequenas empresas e utilizam mão de obra com baixa qualificação (IRENA, 2023a). Ademais, o crescimento da GD no Brasil gerou uma sobreoferta de eletricidade[5] e, consequentemente, reduziu a demanda por outras fontes de energia, em especial a energia eólica. Ocorre que a indústria eólica brasileira, alvo de diversas políticas públicas[6], vem crescendo desde o início dos anos 2000 de tal forma que atualmente o aerogerador produzido no Brasil possui, em média, 80% de conteúdo local[7]. Em 2022 o Brasil foi o quinto país no mundo que mais empregou trabalhadores no setor de energia eólica, sendo boa parte dos empregos no setor industrial de produção de componentes do aerogerador (IRENA, 2023a). Portanto, o crescimento acelerado da GD, que é baseado na importação de placas FV, está resultando na diminuição tanto da contratação de energia eólica quanto da qualidade dos empregos gerados nos setores de energia.

Apesar do crescimento da GD ter contribuído para o aumento de uma fonte renovável de energia, a solar FV, esta gerou impactos negativos quando analisamos a dimensão social, como veremos a seguir.

Segundo a ANEEL (2024a), dos 26,5 GW de potência de GD instalados no Brasil até 2023 aproximadamente 47% era proveniente do setor residencial, 30% do setor comercial, 15% do setor

5.-Em 2020 a demanda por eletricidade no Brasil caiu 1%, mas a potência instalada de solar FV via GD aumentou em 134%, batendo o recorde anual de instalação com cerca de 2,9 GW (EPE, 2021; ABSOLAR, 2025). De 2021 a 2024 o crescimento da potência solar FV via GD foram sempre superiores ao aumento da demanda por eletricidade no Brasil.

6.-A Política de Conteúdo Local do BNDES (via finame) para o aerogerador e o foco dado pelos programas de Subvenção da FINEP e de P&D da ANEEL são exemplos de políticas públicas adotadas para desenvolver a indústria eólica nacional.

7.-Neste caso, o valor de 80% de Conteúdo Local significa que o Brasil produz internamente equipamentos do aerogerador que juntos representam 80% do valor do aerogerador.

rural, 7% do setor industrial e 1% dos setores de serviço público, poder público e iluminação pública. Logo, o setor residencial é responsável por quase a metade da potência de GD instalada no Brasil e se o juntarmos com o setor comercial teremos uma participação de cerca de 77%.

Primeiramente, precisamos destacar que o custo de acesso a sistemas de GD é elevado quando comparados à renda da população brasileira. Segundo dados da ANEEL, a potência média dos sistemas de GD por unidade consumidora do setor residencial que entraram em operação em 2021, 2022 e 2023 foi de, respectivamente, 5.07 KWp, 5.3 KWp e 5.63 KWp[8]. Segundo dados da Greener (2024), em janeiro de 2022 o custo de um sistema FV de GD com potência de 5 KWp seria de R$24,400.00[9]. Quando comparamos tal valor com os dados sobre o rendimento efetivo domiciliar provenientes da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) contínua de 2022, podemos constatar que são poucos domicílios no Brasil que financeiramente podem ter acesso a um sistema de GD. Segundo dados da PNAD contínua, em 2022 cerca de 56.4% dos domicílios no Brasil tinham um rendimento mensal efetivo abaixo de 3 salários mínimos (R$3,636.00) e 76,6% abaixo de 5 salários mínimos (R$6,060.00). Ademais, o rendimento médio mensal domiciliar per capita em 2022 foi de R$1,658.00, sendo que o rendimento médio mensal domiciliar per capita dos 40% da população com menores rendimentos em 2022 foi de R$468.00 e pelo menos 70% dos domicílios possuíam rendimento médio mensal domiciliar per capita menor que R$1,824.00 (IBGE, 2024).

Portanto, é preciso ter em mente que, em geral, quem tem acesso à sistemas de GD são famílias de renda mais elevadas e empresas em boa situação financeira. Por outro lado, os subsídios dados à GD são pagos em grande parte por consumidores cativos que possuem capacidade financeira limitada e dificuldades para ter acesso a um sistema de GD. Portanto, trata-se de uma distribuição de renda às avessas ou, no mínimo, de uma má alocação de recursos, onde poucos agentes em boas condições financeiras recebem subsídios bancados por uma parte considerável da população de menor renda.

Para exemplificar a má alocação de recursos relacionados à GD descrita no parágrafo anterior, podemos comparar o valor dado em subsídios para a GD nos últimos anos com o valor destinado a outros propósitos. A tabela 2 apresenta os valores dos subsídios existentes no setor de energia elétrica no Brasil entre os anos 2020 e 2023.

8.- Selecionou-se os anos 2021, 2022 e 2023 por serem os anos de maior instalação de sistemas de GD no Brasil. Ademais, chegou-se na potência média dividindo-se a potência total instalada no setor residencial no ano pelo número de unidades consumidoras (UC) que entraram em operação.

9.- Segundo a Greener (2024), o preço médio de um sistema de GD residencial em janeiro de 2022 era de R$5.16/Wp. Portanto, ao multiplicar os R$5,16/Wp por mil (para chegar no valor em KWp) e depois por cinco (para chegar no sistema de 5 KWp) chega-se nos R$24,400.00.

Tabela 2. Valor dos Subsídios no setor de energia elétrica no Brasil entre 2020 e 2023.

Subsídios no setor de energia elétrica	2020		2021		2022		2023	
	Valor (R$ Milhões)	% do total	Valor (R$ Milhões)	% do total	Valor (R$ Milhões)	% do total	Valor (R$ Milhões)	% do total
Conta Consumo Combustível (CCC)	R$ 7.879	33.52%	R$ 10.772	39.56%	R$ 12.417	37.06%	R$ 11.349	28.15%
Fonte Incentivada	R$ 4.870	20.72%	R$ 6.256	22.97%	R$ 8.190	24.45%	R$ 10.786	26.75%
Geração Distribuída (GD)	**R$ 454**	**1.93%**	**R$ 1.350**	**4.96%**	**R$ 2.788**	**8.32%**	**R$ 7.141**	**17.71%**
Tarifa Social	R$ 4.197	17.85%	R$ 3.636	13.35%	R$ 4.661	13.91%	R$ 5.826	14.45%
Universalização	R$ 731	3.11%	R$ 558	2.05%	R$ 1.212	3.62%	R$ 1.729	4.29%
Rural	R$ 2.238	9.52%	R$ 1.588	5.83%	R$ 1.017	3.03%	R$ 227	0.56%
Irrigação e Aquicultura	R$ 1.073	4.56%	R$ 1.177	4.32%	R$ 1.229	3.67%	R$ 1.055	2.62%
Água-Esgoto-Saneamento	R$ 630	2.68%	R$ 415	1.53%	R$ 260	0.77%	R$ 76	0.19%
Carvão e óleo combustível	R$ 698	2.97%	R$ 776	2.85%	R$ 928	2.77%	R$ 1.194	2.96%
Distribuidora Pequeno Porte	R$ 738	3.14%	R$ 702	2.58%	R$ 801	2.39%	R$ 929	2.31%
Total	R$ 23.507	100%	R$ 27.231	100%	R$ 33.505	100%	R$ 40.317	100%

Fonte: ANEEL (2024c). Elaboração própria.

O primeiro ponto a se destacar é o crescimento substancial dos subsídios à GD a partir de 2021. Podemos observar que os subsídios à GD saem de R$ 454 milhões em 2020 para cerca de R$ 7.1 bilhões em 2023, ou seja, um aumento de cerca de 1,464% em 3 anos. A participação dos subsídios à GD no total concedido pelo setor saiu de 1.93% em 2020 para 17.71% em 2023. Portanto, tanto o valor bruto de subsídios dados à GD quanto sua participação no total cresceram vertiginosamente a partir de 2021, dado o aumento instalação de sistemas de GD no Brasil em 2021, 2022 e 2023, conforme mostra a tabela 1.

Destaca-se também que a partir de 2023 a GD passou a ser a terceira maior conta de subsídios do setor elétrica. Os subsídios destinados à GD são superiores àqueles destinados para a Universalização e para a Tarifa Social de Energia Elétrica, que claramente são fontes de recursos destinados à população de baixa renda.

O valor destinado à Universalização busca fazer com que residências desconectadas da rede passem a ter acesso à eletricidade. As famílias atendidas por esses recursos geralmente são de baixa renda e se situam em locais distantes dos centros urbanos, com destaque para as comunidades indígenas e quilombolas e para localidades na região amazônica. Dentro da conta Universalização se encontram o Programa Mais Luz para a Amazônia, o Programa Luz para Todos e o Padrão Rural Gratuito. A tabela 2 mostra que desde 2021 os subsídios à GD já superam os valores destinados à Universalização. Em 2023 o valor destinado à GD (R$7,141 milhões) foi 4.13 vezes (ou 313%) maior que o destinado à Universalização (R$1,729 milhões).

O valor destinado à Tarifa Social de Energia Elétrica tem como objetivo subsidiar a energia elétrica para famílias de baixa renda. A tabela 2 mostra que entre 2021 e 2022 o subsídio anual destinado à GD foi se aproximando do valor destinado à Tarifa Social, até que em 2023 passou a ser maior. Em 2020, por exemplo, o valor destinado à Tarifa Social (R$4,197 milhões) foi 9.24 vezes (ou 824%) maior que o destinado à GD (R$ 454 milhões), mas em 2022 tal diferença caiu para 1.65 vezes (ou 65.3%). No entanto, em 2023 os subsídios destinados à GD (R$7,141 milhões) foi 22.6% maior que o destinado à Tarifa Social.

É preciso ainda destacar que o valor destinado à Universalização e à Tarifa social de baixa renda podem reduzir no futuro, o que não ocorrerá com os subsídios à GD. No que se refere à Universalização, quanto mais famílias tiverem acesso à eletricidade, menor será a necessidade de recursos para esta conta. Quanto à Tarifa social de baixa renda, esta pode se reduzir na medida que a renda das famílias mais necessitadas volte a melhorar (seja via crescimento econômico ou por meio de políticas públicas de valorização do

salário mínimo ou de distribuição de renda). Já o valor dos subsídios dados à GD vão aumentar conforme esta permaneça crescendo no país. Ademais, mesmo que os subsídios à GD fossem eliminados hoje para os novos empreendimentos, o respeito ao direito adquiro manteria, ao menos até 2045, os valores atuais dos subsídios.

Portanto, podemos concluir que a Lei 14.300/2022 que regulamentou a GD no Brasil gerou uma distorção social, uma vez que está fazendo com que os benefícios dados às famílias e empresas de maior renda superem os recursos destinados às iniciativas que beneficiam a população de baixa renda. Além disso, apesar de constar na lei 14.300/2022 a criação do Programa de Energia Renovável Social (PERS), que se destina a investimentos na instalação de sistemas fotovoltaicos e de outras fontes renováveis aos consumidores da Subclasse Residencial Baixa Renda, pouco foi feito até o momento a este respeito.

5. CONCLUSÃO

A GD no Brasil está se mostrando um importante meio para o crescimento das FRE no Brasil, mais especificamente da energia solar FV. O Brasil finalizou 2023 com 37.7 GW de potência solar FV instalada, das quais 70% eram provenientes da GD (Absolar, 2025). Portanto, a GD no Brasil foi importante para o desenvolvimento brasileiro na dimensão ambiental.

Em relação à dimensão econômica, apesar do crescimento da GD no Brasil ter impactado positivamente o nível de investimento, a geração empregos e a arrecadação do governo, a mesma resultou em problemas como a queda da contratação de energia eólica e, consequentemente, a queda da qualidade do emprego gerado. Portanto, o crescimento acelerado da GD no Brasil impactou negativamente o desenvolvimento brasileiro na dimensão econômica.

Por fim, o crescimento da GD no Brasil ocorreu em função de fatores como a queda no preço dos sistemas solares FV, o encarecimento da energia elétrica e a regulamentação do setor (em função dos subsídios fornecidos por meio do SCEE). Os subsídios dados à GD por meio da REN nº 482/2012 estimulou o crescimento do setor e levantou a questão da “espiral da morte”, o que suscitou o debate sobre o assunto e a necessidade de uma nova regulamentação. Em 2022 foi promulgada a lei 14.300, que reduziu os subsídios ao setor de GD, além de ter mostrado estar ciente tanto da dificuldade da população de baixa renda ter acesso a sistemas de GD (ao criar o PERS) quanto aos riscos que o crescimento da GD pode causar às distribuidoras ao reduzir sua demanda. O fato é que os subsídios dados à GD atuam como uma forma de distribuição de renda às avessas e, além disso, estão chegando a um nível muito elevado quando comparado às outras fontes de subsídios do setor elétrico. Apesar do novo marco da GD no Brasil ter reduzido os subsídios, tal redução foi menor do que a sugerida pela ANEEL e, portanto, o problema dos subsídios e o impacto na distribuição de renda permanecem.

Os subsídios dados à GD nos últimos anos levantaram o questionamento sobre se o rápido crescimento da GD no Brasil estava de acordo com a ideia de desenvolvimento sustentável em suas dimensões econômica, ambiental e social. O trabalho nos leva a concluir que o crescimento da GD no Brasil mostrou ter impactos negativos quanto aos aspectos social e econômico, apesar de ter sido importante para o crescimento de uma fonte renovável de energia no país, a solar FV. Os impactos negativos nas dimensões social e econômica estão diretamente relacionados com o nível de subsídios dado ao setor de GD no Brasil e, portanto, é importante que as autoridades competentes busquem a redução desses subsídios.

6. REFERENCIAS

ABSOLAR (Associação Brasileira de Energia Solar). (2025). Energia Solar Fotovoltaica no Brasil – Infográfico Absolar. Disponível em: < https://www.absolar.org.br/mercado/infografico/ >. Acesso em: 10/06/2025.

ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica). (2024a). Unidades com Geração Distribuída. Disponível em: < https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiY2VmMmUwN2QtYWFiOS00ZDE3LWI3NDMtZDk0NGI4MGU2NTkxIiwidCI6IjQwZDZmOWI4LWVjYTctNDZhMi05MmQ0LWVhNGU5YzAxNzBlMSIsImMiOjR9 >. Acesso em: 30/05/2024.

ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica). (2024b). Componentes da Tarifa Residencial. Disponível em: < https://www.gov.br/aneel/pt-br/centrais-de-conteudos/relatorios-e-indicadores/tarifas-e-informacoes-economico-financeiras >. Acesso em: 30/05/2024.

ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica). (2024c). Subsidiômetro. Disponível em: < https://www.gov.br/aneel/pt-br >. Acesso em: 30/05/2024.

ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica). (2019). Relatório de Análise de Impacto Regulatório nº 003/2019-SRD/SGT/SRM/SRG/SCG/SMA/ANEEL.

ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica). (2012). Resolução Normativa nº 482, 17 de abril de 2012. Disponível em: < https://www.gov.br/aneel/pt-br/assuntos/geracao-distribuida >. Acesso em: 30/05/2024.

BRASIL. Lei nº 14.300, de 6 de janeiro de 2022. (2022). Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2022/lei/L14300.htm >. Acesso em: 19 maio de 2024.

BUARQUE, Sergio C.. (2022). Construindo o desenvolvimento local sustentável. Rio de Janeiro: Garamond, 2002.

CANAL ENERGIA. (2024). GD solar atinge 29 GW no Brasil: Levantamento da Absolar aponta mais de R$142,5 bilhões em investimentos acumulados desde 2012. Disponível em: < https://www.canalenergia.com.br/noticias/53278689/gd-solar-atinge-29-gw-no-brasil >. Acesso em: 24/05/2024.

EPE (Empresa de Pesquisa Energética). (2021). Balanço Energético Nacional: Relatório Síntese 2021 – Ano Base 2020. Rio de Janeiro: EPE, 2021. Disponível em: < https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-energetico-nacional-2021 >. Acesso em: 10/06/2025

GREENER. (2024). Geração Distribuída - Mercado Fotovoltaico: Estudo Estratégico 2024. Disponível em: < https://www.greener.com.br/estudo/estudo-estrategico-geracao-distribuida-2024/ >. Acesso em: 10/06/2024.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). (2024). Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua 2019/2023.

IRENA (International Renewable Energy Agency. (2023a). Renewable Energy and Jobs: Annual Review 2023. Abu Dhabi and International Labour Organization, Geneva. Disponível em: < https://www.ilo.org/publications/renewable-energy-and-jobs-annual-review-2023 >. Acesso em: 24/05/2024.

IRENA (International Renewable Energy Agency. (2023b). Renewable Power Generation Costs in 2022. Abu Dhabi. Disponível em: < https://www.irena.org/Publications/2023/Aug/Renewable-Power-Generation-Costs-in-2022 >. Acesso em: 24/05/2024.

LARA, L. G. A.; OLIVEIRA, S. A.. (2018). Sociedade de decrescimento: uma resposta para o desenvolvimento (in) sustentável. Revista de Estudos Organizacionais e Sociedade, v. 5, n.13, 2018. Disponível em: < https://revistas.face.ufmg.br/index.php/farol/article/view/4167 >. Acesso em: 24/05/2024.

MATOS, R. A.; ROVELLA, S. B. C.. (2010). Do crescimento econômico ao desenvolvimento sustentável: conceitos em evolução. Revista Eletrônica dos Cursos de Administração e Ciências Contábeis do Centro Universitário UniOpet, Curitiba, n. 3, jan./jul. 2010. Disponível em: < https://www.opet.com.br/faculdade/revista-cc-adm/pdf/n3/DO-CRESCIMENTO-ECONOMICO-AO-DESENVOLVIMENTO-SUSTENTAVEL-CONCEITOS-EM-EVOLUCAO.pdf >. Acesso em: 14/10/2024.

ONU (ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS). (2024). Os objetivos de Desenvolvimento Sustentável no Brasil. Disponível em: < https://brasil.un.org/pt-br/sdgs >. Acesso em: 24/05/2024.

RIGO, P.D.; REDISKE, G.; SANTOS, J. R. G.; FREITAS, C.V.; LORENZONI, L.P.. (2021). Relatório Trimestral SOLARMAP: A fatura de energia elétrica brasileira e os incentivos à Geração Distribuída. Vol. 2, nº2, 2021.

SACHS, Ignacy. Estratégias de transição para o século XXI: desenvolvimento e meio ambiente. São Paulo: Studio Nobel, 1993.

SEN, Amatya. Desenvolvimento como Liberdade. São Paulo: Companhia das Letras, 2010.