



CÂMARA DOS DEPUTADOS  
CENTRO DE FORMAÇÃO, TREINAMENTO E APERFEIÇOAMENTO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO  
MESTRADO PROFISSIONAL EM PODER LEGISLATIVO

**Juliano Vilela Borges dos Santos**

**AVALIAÇÃO DO SISTEMA DE COMPENSAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA PARA  
MINI E MICROGERAÇÃO DISTRIBUÍDA COMO POLÍTICA PÚBLICA COM  
BASE EM ABORDAGEM DE VEDUNG**

Brasília

**2023**

**Juliano Vilela Borges dos Santos**

**AVALIAÇÃO DO SISTEMA DE COMPENSAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA PARA  
MINI E MICROGERAÇÃO DISTRIBUÍDA COMO POLÍTICA PÚBLICA COM  
BASE EM ABORDAGEM DE VEDUNG**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial para à obtenção do grau de Mestre no Curso de Mestrado Profissional do Programa de Pós-Graduação do Centro de Formação, Treinamento e Aperfeiçoamento da Câmara dos Deputados/Cefor.

Orientador: Prof. Dr. Fábio de Barros Correia Gomes

Área de Concentração: Poder Legislativo

Linha de Pesquisa: Processos Políticos do Poder Legislativo

Brasília

**2023**

## Autorização

Autorizo a divulgação do texto completo no sítio da Câmara dos Deputados e a reprodução total ou parcial, exclusivamente, para fins acadêmicos e científicos.

Assinatura:

Data: 22/09/23

Santos, Juliano Vilela Borges dos.

Avaliação do sistema de compensação de energia elétrica para mini e microgeração distribuída como política pública com base em abordagem de Vedung [manuscrito] / Juliano Vilela Borges dos Santos. -- 2023.

95 f.

Orientador: Fábio de Barros Correia Gomes.

Impresso por computador.

Dissertação (mestrado profissional) -- Câmara dos Deputados, Centro de Formação, Treinamento e Aperfeiçoamento (Cefor), 2023.

1. Geração de energia elétrica, avaliação, Brasil. 2. Geração de energia elétrica, política pública, Brasil. 3. Política energética, Brasil. I. Título.

CDU 621.311(81)

Bibliotecária: Fabyola Lima Madeira – CRB1: 2109



CÂMARA DOS DEPUTADOS  
Centro de Formação, Treinamento e Aperfeiçoamento  
Programa de Pós-Graduação  
Mestrado Profissional em Poder Legislativo

---

## FOLHA DE APROVAÇÃO

Título do trabalho de conclusão: AVALIAÇÃO DO SISTEMA DE COMPENSAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA PARA MINI E MICROGERAÇÃO DISTRIBUÍDA COMO POLÍTICA PÚBLICA COM BASE EM ABORDAGEM DE VEDUNG

Autor: **Juliano Vilela Borges dos Santos**

Área de concentração: Poder Legislativo

Linha de pesquisa: Processos Políticos do Poder Legislativo

Trabalho de conclusão de curso submetido à Comissão Examinadora designada pela Coordenação do Programa de Pós-graduação do Centro de Formação, Treinamento e Aperfeiçoamento da Câmara dos Deputados como requisito parcial para obtenção do título de **Mestre** em Poder Legislativo.

Trabalho aprovado em 22 de junho de 2023.

---

Prof. Dr. Fabio de Barros Correia Gomes  
Programa de Pós-Graduação/Câmara dos Deputados

---

Prof. Dr. Nelson Gomes dos Santos Filho  
Programa de Pós-Graduação/Câmara dos Deputados

---

Prof. Dr. Israel Lacerda de Araujo  
Senado Federal

Aos meus filhos Francisco e Laura  
que me incentivam sem perceber

Agradeço à Marianna, sempre ao meu lado

*A tecnologia oferece soluções brilhantes a quem está disposto a pagar pelo brilho*  
Neal Stephenson, escritor americano

## RESUMO

Este trabalho apresenta avaliação sobre a política pública de incentivo à instalação e à difusão da mini e da micro geração distribuída de energia elétrica pelos consumidores ligados à rede de distribuição, possibilitada após implantação do sistema de compensação de energia elétrica (SCEE) pela Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel). Na análise, do tipo qualitativo, foram utilizadas ferramentas de avaliação de políticas públicas para avaliar as contribuições do SCEE no setor elétrico e em outros setores da sociedade afetados pela referida política. O trabalho adotou a metodologia teórica documental, do tipo dedutivo, seguindo como eixo orientativo os oito problemas de abordagem para avaliação de políticas públicas propostos por Vedung. Ao final, os resultados da pesquisa sugerem que houve estímulo para o crescimento da capacidade de geração de energia na modalidade estudada, e que esse processo impactou grupos econômicos e sociais de formas distintas. Concluiu-se pela existência de espaço para melhorias da política avaliada, além de novas possibilidades metodológicas de avaliação de políticas públicas a partir da abordagem do citado autor.

**Palavras-Chave:** Poder Legislativo. Políticas Pública. Avaliação. Geração distribuída.



## ABSTRACT

This paper presents a public policy assessment for promoting mini and micro distributed generation of electricity for consumers connected in the grid, implemented only after the electricity compensation system (ECS) by the National Electric Energy Agency (ANEEL). In the analysis, public policy assessment tools were used to present and evaluate the contributions of the ECS to the electricity sector and to other sectors of society affected by the policy. The work adopted the documentary research process and deductive reasoning, following the Eight Approach Problems for Evaluating Public Policies proposed by Vedung as guiding axis. Finally, the results suggests there was a strongstimulus for distributed energy generation capacity growth in the studied modality and this process impacted economic and social groups in different ways. The research concluded potential improvements to the policy can be done by policymakers in addition to new methodological approaches for public policies assessments based on aforementioned author's guidelines.

**Keywords:** Legislative Branch. Public Policy. Assessment. Distributed generation

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Ciclo de Políticas Públicas Proposto por Secchi.....	25
Figura 2 – Custos dos componentes tarifários.....	30
Figura 3 – Participação de fontes renováveis na produção de energia elétrica no Brasil.....	31
Figura 4 – Emissões na produção de energia elétrica (kg CO <sub>2</sub> .equ / MWh).....	32
Figura 5 – Comparativo das médias mensais de irradiação global no Brasil e em alguns países da Europa (kWh/m <sup>2</sup> ) .....	33
Figura 6 – Participação percentual das modalidades de geração distribuída .....	36
Figura 7 – Distribuição dos sistemas fotovoltaicos na Alemanha e no Brasil em 2017, por tamanho – até 50 kW .....	40
Figura 8 – Demanda e capacidade de fabricação de energia solar fotovoltaica por país e região, 2010 a 2021 .....	42
Figura 9 – Potência instalada de fonte fotovoltaica em edificações, cenário de referência de 2020.....	44
Figura 10 – Curva de demanda da rede de distribuição na Califórnia em um mesmo dia (1º/fev) entre 2012 e 2020.....	47
Figura 11 – Curva de carga da rede de distribuição em Minas Gerais em um mesmo dia (1º/jul) entre 2018 e 2023.....	48
Figura 12 – Alternativas propostas pela Aneel para revisão da política de GD .....	50
Figura 13 – Preços de Sistemas Fotovoltaicos por Faixa de Potência .....	62
Figura 14 – Custo médio de sistemas residenciais e comerciais de geração fotovoltaica nos Estados Unidos (US\$/W) .....	63
Figura 15 – Comparativo entre a tarifa média aplicada e o IPCA.....	64
Figura 16 – Participação da capacidade instalada de geração de energia elétrica na matriz elétrica brasileira.....	69
Figura 17 – Evolução de potência instalada, em GW, de Mini e Microgeração Distribuída .....	70
Figura 18 – Participação percentual das fontes na capacidade instalada de geração distribuída .....	72
Figura 19 – Participação das fontes hidráulica, solar e combustíveis fósseis na matriz elétrica brasileira, 2020 a 2022.....	73
Figura 20 – Participação da Micro e da Minigeração Distribuída na capacidade instalada de energia solar no Brasil .....	74
Figura 21 – Satisfação das empresas com o mercado de energia solar no Brasil.....	80

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 – Países com maior capacidade instalada de energia solar em 2021 .....	37
---	----

## LISTA DE SIGLAS E/OU ABREVIATURAS

Aneel	Agência Nacional de Energia Elétrica
CDE	Conta de Desenvolvimento Energético
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
IEA	International Energy Agency
FiT	<i>Feed-in Tariff</i>
GD	Geração Distribuída
MMGD	Mini e Microgeração Distribuída
OCDE	Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico
ONS	Operador Nacional do Sistema Elétrico
SCEE	Sistema de Compensação de Energia Elétrica
SIN	Sistema Interligado Nacional

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>13</b>
<b>2. METODOLOGIA.....</b>	<b>18</b>
<b>3. AVALIAÇÃO DE POLÍTICAS PÚBLICAS .....</b>	<b>23</b>
<b>4. O SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO.....</b>	<b>28</b>
4.1. ESTRUTURA DO SETOR .....	28
4.2. COMPOSIÇÃO TARIFÁRIA.....	29
4.3. PARTICIPAÇÃO DE FONTES RENOVÁVEIS NA MATRIZ ELÉTRICA.....	30
<b>5. MICRO E MINIGERAÇÃO DISTRIBUÍDA .....</b>	<b>34</b>
5.1. DESENHO DA POLÍTICA NO BRASIL.....	34
5.2. GERAÇÃO DISTRIBUÍDA EM OUTROS PAÍSES.....	36
5.2.1. <i>Japão</i> .....	37
5.2.2. <i>Alemanha</i> .....	39
5.2.3. <i>China</i> .....	41
5.2.4. <i>Estados Unidos</i> .....	43
5.3. ASPECTOS SISTÊMICOS DA MMDG.....	44
5.4. MODELOS DE ALTERAÇÕES PROPOSTOS PELA ANEEL EM 2019.....	49
5.5. MARCO LEGAL APROVADO.....	53
<b>6. A ABORDAGEM DE VEDUNG APLICADA AO SCEE.....</b>	<b>56</b>
6.1. O PROBLEMA DA ANÁLISE DE INTERVENÇÃO.....	56
6.2. O PROBLEMA DE CONVERSÃO.....	60
6.3. O PROBLEMA DO IMPACTO .....	61
6.3.1. <i>Custos dos equipamentos</i> .....	62
6.3.2. <i>Tarifas de energia</i> .....	64
6.3.3. <i>Tributação</i> .....	65
6.3.4. <i>Linhas de financiamento</i> .....	66
6.4. O PROBLEMA DO CRITÉRIO .....	67
6.5. O PROBLEMA DOS RESULTADOS .....	68
6.5.1. <i>Eficácia</i> .....	68
6.5.2. <i>Eficiência e análise de custo-efetividade</i> .....	73
6.5.2.1. <i>Critérios ambientais</i> .....	73
6.5.2.2. <i>Critérios econômicos</i> .....	76
6.5.3. <i>Sustentabilidade</i> .....	78
6.5.4. <i>Satisfação do usuário</i> .....	79
6.5.5. <i>Equidade</i> .....	80
<b>7. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>82</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>86</b>

# 1. INTRODUÇÃO

Este trabalho apresenta avaliação sobre a política pública de incentivo à mini e à micro geração distribuída de energia elétrica pelos consumidores ligados à rede de distribuição, possibilitada após implantação do sistema de compensação de energia elétrica (SCEE) pela Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel). A análise qualitativa percorre os problemas de abordagem para avaliação de políticas públicas, propostos por Vedung (1997), em modalidade *ex-post*. Os resultados da pesquisa são discutidos ao final, buscando apontamentos e contribuições para o melhoramento da política avaliada, e que se encontra em execução na data de publicação deste trabalho, além de apontamentos para o aproveitamento da metodologia de avaliação de políticas públicas a partir da abordagem do citado autor.

A importância da avaliação de políticas públicas é objeto de amplo debate no meio acadêmico e um dos maiores desafios reside na sistematização desse processo. Por um lado, os entes públicos tendem a realizar avaliações com menor teor crítico (SOUSA, 2012), transformando esse instrumento em mecanismo de propaganda governamental. Por outro, mesmo com diversos métodos disponíveis, os modelos qualitativos tendem a gerar avaliações delongadas e pouco objetivas, que frisam pontos convenientemente delimitados (SOUSA, 2012). Importa desenvolver alternativa que permita uma análise qualitativa segundo critérios previamente estabelecidos, e que possa ser operada objetivamente em cenário de eventual escassez de indicadores.

As políticas públicas desenvolvidas no âmbito do setor elétrico são predominantemente subsidiadas com recursos oriundos do mesmo mecanismo que provém sua manutenção e expansão. Nesse contexto, importa observar a extinção do modelo de monopólio estatal na exploração de serviços públicos de energia elétrica que vigera. Na década de 1990, foram aprovadas mudanças no arcabouço legal que possibilitaram a abertura do setor elétrico brasileiro ao capital privado, até então sob responsabilidade de empresas estatais de diversas esferas. Destacase o estabelecimento de regras para outorga e prorrogações das concessões e permissões de serviços públicos, incluindo energia elétrica, e a possibilidade, juntamente com outros normativos, da abertura dos serviços de geração, transmissão e distribuição de energia para a iniciativa privada (BRASIL, 1995). No ano seguinte, foi criada a Aneel, em substituição ao DNAEE, todavia, com

funções ampliadas e robustas, cuja finalidade precípua era de regular e fiscalizar produção, transmissão, distribuição e comercialização de energia elétrica, em conformidade com as políticas e diretrizes do governo federal. Essas ações foram implementadas no contexto de ampla reforma da Administração Pública, realizada nessa década, que, segundo Nunes (2001, p. 16), modificou tanto a delimitação do tamanho como a redefinição do papel regulador do Estado, para permitir o ingresso do mercado sobre setores econômicos até então estatais.

Dessa forma, o atual modelo do setor elétrico prevê que a expansão dos sistemas de geração e transmissão ocorra por meio de regime de concessão, predominantemente a partir da realização de leilões de compra de energia elétrica. Esse mecanismo permite o ingresso de agentes em regime de concorrência para exploração desses serviços, e contribui para um ambiente favorável aos grandes investimentos necessários em obras de infraestrutura inerentes ao setor. O fluxo de recursos possibilitado pelo desenho setorial possibilita a manutenção de suas proporções continentais. O Brasil é o sétimo país do mundo em capacidade instalada de geração de energia elétrica, correspondente a 44% do total registrado nas Américas Central e do Sul (EPE, 2020). O Sistema Interligado Nacional (SIN) é uma rede de transmissão de energia dotada de 145 mil quilômetros de extensão, de acordo com ONS (2022), que conecta pontos de geração e de consumo em todos os Estados da Federação e o Distrito Federal, com exceção de Roraima.

Em razão de seu grande porte, o setor elétrico representa parte expressiva da economia brasileira, sendo o responsável pela movimentação de bilhões de reais por ano. A Conta de Desenvolvimento Energético (CDE) foi instituída por meio da Lei nº 10.438, de 2002 (BRASIL, 2002) e possui diversas fontes de recursos. Essas fontes são vinculadas ao setor de energia elétrica e impactam, direta ou indiretamente, os custos pagos pelo consumidor final de energia. Em 2023, registravam-se pelo menos oito políticas setoriais financiadas pela CDE, além de outras que utilizaram recursos dessa conta, mas que não se encontram mais em vigor, totalizando um orçamento anual que ultrapassou R\$ 34,99 bilhões (ANEEL, 2023c). Embora não integre o Orçamento Geral da União, a título de comparação, esse valor equivale a cerca de 30% dos recursos previstos na Lei de Diretrizes Orçamentárias (LDO) de 2021 para despesas discricionárias (IFI, 2021), ou seja, da totalidade do orçamento da União para todo o seu custeio administrativo e investimentos, correspondente a 1,1% do Produto Interno Bruto (PIB).

O arcabouço legal atribui a órgãos do Poder Executivo liberdade normativa para elaboração de políticas públicas setoriais. O sistema de compensação de energia elétrica foi instituído por meio da Resolução nº 482, de 2012 (ANEEL, 2012), como uma política tarifária amparada por competência atribuída em lei à agência reguladora setorial. Em linhas gerais, o sistema compreende a seguinte dinâmica: i) o usuário pode optar por gerar energia elétrica em sua própria residência a partir de fontes renováveis e se conectar à rede elétrica, simultaneamente; ii) a energia gerada no sistema do usuário que não for utilizada em seu consumo próprio pode ser objeto de intercâmbio com a rede de distribuição, e deverá ser devolvida em sua totalidade pela concessionária de distribuição nos momentos em que o consumo na unidade ultrapassar a quantidade de energia gerada; iii) o consumidor tem até 60 meses para consumir os créditos gerados por sua unidade; e iv) os locais de geração e consumo não precisam ser coincidentes, situação denominada autoconsumo remoto.

O artigo 15 do citado normativo infralegal estabeleceu que a agência reguladora deveria revisá-lo após cinco anos de sua vigência, o que ocorreria em 2017. Esse prazo foi alterado posteriormente para 2019 pela Resolução nº 687, de 2015 (ANEEL, 2015b). Findo o prazo adicional, o órgão buscou introduzir as alterações previstas, sob a alegação de que, se mantidos os parâmetros então vigentes, o crescimento da geração distribuída estimulado pela política poderia provocar efeitos colaterais na operação do sistema, provocando mais danos do que benefícios (ANEEL, 2015a). A Agência reconheceu, ainda, que o mecanismo desonerava os consumidores que optaram pela geração distribuída de custos intrínsecos à manutenção do próprio setor elétrico, o que gerava impacto sobre os demais usuários (ANEEL, 2015b).

A Agência lançou Audiência Pública e propôs seis alternativas como referência para orientar o debate, sendo a primeira a de manter a política sem alterações e as outras cinco restringindo o montante de energia a ser devolvido pela rede ao usuário, descontando custos inerentes ao sistema. Na alternativa de maior impacto em termos de mudança ao sistema econômico então vigente, a Aneel propôs a compensação de 38% da energia injetada pelo usuário, em vez dos 100% da alternativa vigente. Todos os demais cenários propostos implicariam na diminuição da atratividade econômica dos futuros projetos a serem implantados. Para os projetos instalados anteriormente à alteração, a proposta era de estabelecer um prazo inferior a dez anos para que se enquadrassem na mesma modalidade de benefício dos novos projetos.



O resultado foi o início de intenso debate setorial em torno das propostas da Aneel para revisão do normativo. Os segmentos econômicos afetados pelas alterações propostas pela agência difundiram a ideia de que haveria a intenção de “taxar o sol” (ABSOLAR, 2019b), o que resultou na adesão de diversos grupos e até mesmo do Presidente da República (O GLOBO, 2020). Essa repercussão pode ter sido responsável pela paralisação do processo de alteração do normativo, que não recebeu continuidade após a finalização da Consulta Pública. Paralelamente, entretanto, algumas proposições legislativas sobre o tema passaram a tramitar pelo Congresso Nacional, o que acabou transferindo o debate para o parlamento.

Importante mencionar que não há consenso acerca da natureza normativa do sistema de compensação de energia elétrica e, conseqüentemente, da legitimidade da Aneel para instituí-lo. A Agência defende que a diferenciação não se trata de subsídio, mas sim política tarifária (ANEEL, 2010). O Tribunal de Contas da União (TCU), entretanto, concluiu que se trata de um subsídio, e que não poderia ser implementado por meio de ato de autoria da agência reguladora (TCU, 2020). Ainda que não estivesse diretamente sendo subsidiado pela CDE, o ponto aparentemente convergente entre as duas interpretações foi que o SCEE gera impactos financeiros sobre a tarifa dos demais consumidores de energia. Segundo a Corte de Contas, o valor subsidiado atingiu R\$ 205 milhões em 2018, R\$ 315 milhões em 2019, e poderia chegar a R\$ 55 bilhões em 2035, considerando a expansão observada, e todo esse montante seria custeado pelos demais consumidores de energia elétrica.

A formação de grupos políticos organizados que atuam junto ao Poder Legislativo contribuiu para converter esse foro em arena de debates sobre a destinação de subsídios no setor de energia elétrica. Exemplo disso são as ampliações em políticas providas pela CDE, que resultaram na gradativa expansão no orçamento dessa conta parafiscal setorial. Após as repercussões das propostas da Aneel para alteração do SCEE, e em meio à questionamentos sobre a legitimidade da Agência em instituir o mecanismo, o debate passou a ser concentrado no Congresso a partir da apresentação de proposições legais.

Nesse contexto, houve movimentação política suficiente para assegurar a manutenção dos subsídios na forma como concebidos originalmente. A definição do perfil dos beneficiados por essa política deve lançar luz sobre os grupos que trabalharam intensamente pela

manutenção dos subsídios em seu formato original. Por fim, o Congresso aprovou o marco legal da geração distribuída, sancionado na forma da Lei nº 14.300, de 2022 (BRASIL, 2022a).

A avaliação da política implementada a partir do sistema de compensação poderá contribuir para definição de parâmetros para a elaboração de novas políticas, independente da fonte de recursos ser CDE, que venham a ser implementadas no futuro, bem como para o aperfeiçoamento das políticas existentes, quer seja pela via legal, quer seja pelos mecanismos normativos regulatórios infralegais.

A pesquisa deverá, a partir de análise e avaliação da política pública decorrente do sistema de compensação de energia elétrica, buscar responder à seguinte pergunta:

*O sistema de compensação de energia elétrica atingiu os objetivos esperados quando de sua formulação?*

O objetivo principal do presente trabalho é avaliar os resultados da implantação da política pública de geração distribuída por sistema de compensação de energia elétrica para os beneficiários da política e para os consumidores de energia elétrica. Como objetivos específicos, podemos listar: i) analisar os efeitos do sistema de compensação de energia elétrica da micro e mini geração distribuída sobre o setor elétrico; ii) avaliar o alcance dos benefícios da política pública pesquisada, incluindo identificação de grupos contemplados e o retorno das políticas para os grupos a que se destinavam, e para o consumidor de energia elétrica; e iii) analisar contribuições possíveis para o atual modelo.

Muito embora sejam abordados alguns aspectos relacionados à geração distribuída em sentido amplo, o presente estudo deve focar sua análise na mini e microgeração distribuída de energia elétrica, caracterizadas nos termos da Resolução Normativa nº 687, de 2015 (ANEEL, 2015b), que limitou a microgeração distribuída para a capacidade instalada de 75 kW por unidade consumidora, enquanto a minigeração possuía limite de até 5 MW. Posteriormente, a Lei nº 14.300, de 2022, estabeleceu limite de 3 MW para minigeração a partir de fonte não despachada.

## 2. METODOLOGIA

O presente trabalho apresenta uma análise predominantemente qualitativa do sistema de compensação de energia elétrica voltado a mini e microgeração distribuída. Preliminarmente, foi desenvolvido um referencial teórico sobre avaliação de políticas públicas, incluindo a abordagem que se pretende adotar, baseada na obra de Vedung (1997). Em seguida, foram apresentados os resultados da pesquisa, desenvolvida a partir de metodologia teórica documental, do tipo dedutivo, com análise bibliográfica e documental que subsidiaram a formulação e o aperfeiçoamento da política no decorrer de sua vigência, incluindo notas técnicas e bancos de dados da agência reguladora e dos órgãos de controle que acompanharam o processo. Por fim, as considerações finais apresentam as conclusões obtidas no decorrer da avaliação, além de indicações de pesquisas que podem ser desenvolvidas para assegurar melhorias para a política.

No capítulo 3, buscou-se revisar a literatura para abordar conceitos de avaliação de políticas públicas, incluindo a teoria dos oito problemas de Vedung (1997), que será adotada na presente análise. São apresentados conceitos centrais sobre o tema, bem como breve histórico e panorama geral do estado da arte. Essa etapa contribui para oferecer uma visão sobre a importância da avaliação para o aperfeiçoamento da própria política pública, bem como sua contribuição para formulação de políticas futuras de mesma natureza ou aplicação similar.

No capítulo 4, optou-se por uma revisão dos conceitos adotados no setor elétrico brasileiro, objeto de estudo que envolve conceitos e dinâmica de pouca familiaridade para os leitores de ciências políticas, bem como sobre informações relacionadas à sua estrutura e à participação das fontes renováveis na matriz elétrica brasileira. Esses elementos são importantes para permitir que se discorra a respeito de questões relevantes levantadas no decorrer da pesquisa, e de demonstrar o estado de evolução da inserção de fontes renováveis que afeta um dos principais objetivos da política avaliada. São apresentadas, ainda, informações complementares de importância para a compreensão do mecanismo de funcionamento da política estudada. Nesse ponto do trabalho, foi utilizada pesquisa bibliográfica aliada a documentos elaborados pela Aneel, órgão regulador do setor elétrico brasileiro, que contribuíram para definição dos componentes tarifários, elemento essencial para avaliar as intervenções pretendidas pela política.

No capítulo 5, o objetivo foi apresentar o desenho da micro e minigeração distribuída no Brasil, bem como de questões envolvidas em sua formulação, contexto internacional e busca por aperfeiçoamentos empreendida pelas instituições responsáveis. O trabalho apresenta uma análise descritiva da política pública instituída pelo SCEE para micro e mini geração distribuída. Para discorrer sobre o desenho da política desenvolvida no Brasil e a forma pela qual se concluiu pelos mecanismos adotados, foi realizada uma pesquisa envolvendo as bases de dados da Aneel, além de pesquisa documental sobre os processos regulatórios que resultaram na implantação e aperfeiçoamento da política no Brasil.

Ainda nesse capítulo, foi desenvolvido o panorama a respeito do contexto internacional de inserção da MMGD, incluindo as políticas de incentivo adotadas pelos principais países que desenvolveram o uso de tecnologias que amparam essa fonte de geração de energia, que foram, no caso em tela, Japão, Alemanha, China e Estados Unidos. Essa análise envolveu pesquisa bibliográfica em trabalhos acadêmicos, seguida de análise qualitativa acerca dos principais pontos apresentados e seus potenciais pontos em comum com o caso brasileiro.

No capítulo 5 também foram tratados os aspectos sistêmicos envolvidos no crescimento da MMGD e de sua principal fonte, a solar fotovoltaica, e de que forma eles podem impactar os agentes econômicos e os consumidores do sistema elétrico. Nesse trecho, foi adotada pesquisa bibliográfica de artigos acadêmicos, além de documentos produzidos por órgãos setoriais brasileiros especializados em planejamento energético, com o objetivo de permitir um panorama acerca dos principais problemas inerentes ao processo de crescimento da MMGD.

Por fim, o capítulo 5 apresenta modelos de alterações propostas ao sistema de compensação de energia elétrica, e oferece os principais pontos divergentes sobre esse procedimento. A pesquisa, nesse trecho do trabalho, envolveu a documentação técnica produzida pela Consulta Pública que resultou nas propostas de alteração do normativo, além de pesquisa bibliográfica, que permitiram construir uma visão crítica sobre o resultado do processo. A partir dessa análise, foi possível verificar se o órgão regulador adotou a melhor abordagem para solução do problema, bem como apontar os desafios envolvidos na formulação de uma política diversa daquela que se buscou implantar com a proposta de alterações.

O capítulo 6 apresenta a avaliação da política pública objeto do presente trabalho, a partir da abordagem de Vedung (1997), que possibilitou uma abordagem científica sobre a

avaliação de políticas como um mecanismo para monitorar, sistematizar e classificar as atividades do governo e seus resultados, contribuindo para melhoria na tomada de decisão. Para o desenvolvimento desse capítulo, a pesquisa envolveu análise de artigos científicos, instrumentos regulatórios, pesquisa bibliográfica qualitativa, além de coleta de dados de resultados do programa junto aos sistemas do órgão regulador do setor elétrico e de outras instituições oficiais e de referência em pesquisa energética, incluindo a Empresa de Pesquisa Energética (EPE) e a Agência Internacional de Energia (do inglês, Energy International Agency - EIA).

A partir dos oito problemas de Vedung, buscamos elaborar um roteiro para a avaliação da política pretendida. Nesse processo, percebemos que a análise dos problemas de propósito, organização e utilização, enumerados pelo autor, aproximariam o trabalho de uma meta-avaliação, o que não era a intenção da pesquisa. Por essa razão, desenvolvemos o trabalho em torno de cinco dos oito problemas: análise de intervenção, conversão, impacto, critério e resultado.

O problema da análise de intervenção é tratado por Vedung (1997) a partir de como deve ser caracterizado e descrito o objeto da avaliação, que seria a intervenção governamental. Para o autor, deve-se responder se o objeto da avaliação é considerado um meio ou uma entidade independente. Ainda, deve-se caracterizar se, como objeto de avaliação, a intervenção pública pode ser delimitada e caracterizada. Nesse sentido, buscamos nos ater primeiramente à política original, de forma separada de seus desdobramentos. Uma fonte importante de informações, mais uma vez, foi o Processo nº 48500.004924/2010-51, da Aneel, que concentra os registros das ações da agência reguladora e o acervo documental para elaboração e aperfeiçoamentos da Resolução Aneel nº 482, de 2012 (ANEEL, 2012), que consolida as regras do SCEE para geração distribuída.

O problema da conversão, para Vedung (1997), refere-se à compreensão de como se dá a execução entre a iniciação formal da intervenção e os produtos finais. Para entender esse processo, foram feitas pesquisas documentais para esclarecer o recorte regulatório da política, bem como seus efeitos econômicos para os usuários do sistema, que permitiram a criação do ambiente propício ao desenvolvimento da geração distribuída, sobretudo com a documentação (ANEEL, 2010) que baseou a elaboração e o aperfeiçoamento da Resolução Aneel nº 482, de 2012 (ANEEL, 2012), de grande importância nesse processo.

A respeito do problema do impacto, entendemos necessário registrar uma aparente divergência terminológica entre o conceito de Vedung (1997) e aquele trazido por grande parte dos autores dedicados a avaliação de políticas públicas. O manual de avaliação de políticas públicas da Presidência da República (BRASIL, 2018, p. 261), assim como outros autores, definem que a análise de impacto visa essencialmente buscar quantificar os efeitos causais da política, para realizar uma análise de custo-benefício. Por sua vez, Vedung define que a análise do problema do impacto envolve enumerar e avaliar quais contingências, tais como fatores causais, forças causais operacionais, explicam os resultados. Utilizaremos a metodologia de Vedung, que permite a análise quantificada na análise de resultados, registrada adiante.

A avaliação dos impactos constitui parcela importante do trabalho, e envolve pesquisa a respeito dos fatores adicionais que contribuíram para os resultados obtidos, além da própria política em si. Mostrou-se conveniente aproveitar conclusões da pesquisa comparativa envolvendo casos de outros países que apresentaram crescimento na geração distribuída e, dessa forma, orientar a pesquisa aplicada ao cenário brasileiro. Para discorrer sobre os custos dos equipamentos, foram utilizados levantamentos de mercado de instituições especializadas em estudos estatísticos do mercado de energia. Para averiguar o histórico tarifário, foram utilizados dados da Aneel sobre evolução de custos ao consumidor, além de pesquisa bibliográfica que trata da relação entre tarifa e expansão do SCEE. Para tratar de tributação, foi utilizada pesquisa documental nos normativos que tratam do assunto, tanto na esfera federal como na estadual. Para tratar das linhas de financiamento, foi utilizada pesquisa em documentos produzidos pelas instituições especializadas em crédito direcionado para aquisição de equipamentos, bem como sobre programas governamentais voltados ao subsídio financeiro dessa modalidade.

De acordo com Vedung (1997), o problema do critério tem como objetivo discorrer a respeito de sobre por quais critérios de valor devem ser avaliados os méritos da intervenção e por quais padrões de desempenho nos critérios de valor o sucesso ou a falha ou o desempenho satisfatório podem ser julgados. Além disso, Vedung propõe a estimativa quanto aos reais méritos da intervenção. Para definir os critérios, utilizamos pesquisa documental para avaliação de políticas públicas, a partir da obra de Costa e Castanhar (2003) e Trevisan e Bellen (2008), que possuem definições alinhadas entre si e em confluência com as contidas em normativo da Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico (OCDE).

Por fim, a análise de Vedung (1997) prevê, no problema dos resultados, a necessidade de enumerar quais são os produtos e os resultados, tanto imediatos como intermediários e finais, decorrentes da intervenção governamental em análise. A pesquisa buscou se alinhar ao conceito de *comprehensive evaluation* do autor, segundo o qual se busca responder a três questionamentos: i) os objetivos da intervenção foram realizados?; ii) a estratégia de implementação ocorreu como planejada?; e iii) os resultados produzidos foram esperados?

Os critérios adotados para a análise da política são aqueles definidos no subcapítulo anterior. Nesse contexto, a análise de bancos de dados da agência reguladora possibilitou a mensuração dos impactos da política sobre o custo da energia para os demais consumidores. Foram essenciais, ainda, outras avaliações dessa política pública, como a formulada no âmbito de processo do Tribunal de Contas da União (TCU) instaurado com a finalidade de investigar a regularidade da concessão da política.

Por fim, nas considerações finais, é discutido o trabalho de forma a consolidar entendimentos relacionados à pesquisa e à proposição de desdobramentos para trabalhos futuros, tanto a respeito da política em análise, como para aperfeiçoamento da metodologia utilizada na avaliação.

### 3. AVALIAÇÃO DE POLÍTICAS PÚBLICAS

Segundo Lowi (1964, p. 689), existem três categorias principais de políticas públicas com características funcionalmente distintas, com estruturas políticas, processos e grupos de influência próprios. Essa separação contribui para lançar esclarecimentos sobre o processo de formulação de políticas públicas, e também é essencial para sua avaliação.

A primeira categoria definida por Lowi, é a das políticas distributivas, caracterizadas por oferecerem benefícios concentrados e custos difusos, razão pela qual tendem a ser precedidas por intensa mobilização favorável dos grupos de interesse beneficiados, e a provocar mobilização muito menor em sentido oposto do restante da sociedade, responsável por pagar esses benefícios (MANCUSO e MOREIRA, 2013). Para Lowi (1964), a formulação de uma política distributiva resulta em uma dinâmica em que dificilmente beneficiados e destituídos entram em conflito direto nessa arena de poder. Os beneficiários desse tipo de política também tendem a não entrar em conflito diretamente entre si, mas, em vez disso, adotam a conduta de não interferência mútua como condição de equilíbrio. Citando o autor para esclarecer a dinâmica desse tipo de política, podemos transcrever o seguinte:

Quando um provimento bilionário pode ser desagregado em muitos milhões de itens de pequena monta, e cada item pode ser tratado de forma independente dos demais, a multiplicidade de interesses e de acessos é inevitável, como também a redução do conflito<sup>1</sup>. (LOWI, 1964. p 692. Tradução nossa).

A segunda categoria é a das políticas regulatórias, caracterizadas por gerarem relações conflituosas e pela clareza na definição dos atores favorecidos e dos desfavorecidos. Nessas políticas, os benefícios tendem a ser difusos e os custos, concentrados. Para Lowi, atores afetados de forma semelhante pela política regulatória podem formar coalizões e lutar contra os atores com interesses diferentes dos seus. Adicionalmente, a coalizão típica da arena regulatória trata de interesses tangenciais, que usualmente envolvem todo um setor da economia (1964, p. 691). Ainda citando Lowi, essa categoria de política tende a recorrer ao Poder Legislativo para

---

<sup>1</sup> Do original: “When a billion-dollar issue can be disaggregated into many millions of nickel-dime items and each item can be dealt with without regard to the others, multiplication of interests and of access is inevitable, and so is reduction of conflict.”



resolução dos conflitos, considerando ser esta uma arena legitimada para o enfrentamento dos pontos divergentes:

a tomada de decisão tende a passar de agências administrativas e comitês parlamentares ao Congresso, o lugar onde as incertezas no processo político sempre foram resolvidos. O Congresso como instituição é o último recurso para rupturas na negociação de políticas<sup>2</sup> (LOWI, 1964. p 698, 699. Tradução nossa)

O papel do Congresso pode ter sido, em grande medida, o de ratificar acordos surgidos entre tais burocracias e os representantes de classe que se faziam representar junto a elas.<sup>3</sup> (LOWI, 1964. p 705. Tradução nossa)

A terceira categoria de políticas públicas de Lowi (1964) é a das redistributivas. Essa política exerce impacto sobre extratos sociais e afetam diretamente a alocação de recursos essenciais, como propriedade ou renda. Como exemplo, o autor cita a política de bem-estar social, que separa, de um lado, os provedores de recursos e, do outro, os demandantes de serviços públicos. Podem ser caracterizadas como sendo de custos e benefícios concentrados e, nesse sentido, em determinada arena redistributiva, os provedores estariam sempre interessados na redução da carga tributária, e os demandantes, na ampliação e qualificação dos serviços públicos prestados.

Conforme destacado por Guimarães (2019), um ponto muito importante na análise de Lowi (1970) sobre as arenas de poder é o papel da coerção. Segundo o autor, é uma condição inevitável para viabilizar o deslocamento de custos na coletividade. A coerção que promove essas alterações é moralizada pelas instituições, sistematizada pela administração e legitimada pelo Estado (LOWI, 1970, p. 314 In: Guimarães, 2019, p. 19).

No conceito de ciclo proposto por Secchi (2010), por sua vez, a política pública segue um roteiro que se inicia com a identificação de um problema, passa pela formação de uma agenda específica para enfrentar essa questão, bem como a formulação de alternativas para sua

---

<sup>2</sup> Do original: *“decision-making tends to pass from administrative agencies and Congressional committees to Congress, the place where uncertainties in the policy process have always been settled. Congress as an institution is the last resort for breakdowns in bargaining over policy, just as in the case of parties the primary is a last resort for breakdowns in bargaining over nomination.”*

<sup>3</sup> Do original: *“The Congress's role seems largely to have been one of ratifying agreements that arose out of the bureaucracies and the class agents represented there.”*

resolução. Em seguida, ocorre a tomada de decisão e a implementação. As últimas etapas seriam a avaliação e a extinção da política pública. Importante registrar que, dado o atual estágio da política em análise, a última etapa não foi cumprida.

Ainda a partir da visão desse autor, deve-se identificar os benefícios esperados pelo sistema de compensação de energia elétrica como política pública voltada tanto para o setor como para a sociedade. O autor define conteúdo, tempo, espaço e atores que influenciam a formulação da política pública em análise. A Figura 1 mostra o ciclo de políticas públicas proposto por Secchi, demonstrando o encadeamento entre as ações. A avaliação de política pública é, portanto, etapa importante do ciclo de aperfeiçoamento da própria política.

Figura 1 – Ciclo de Políticas Públicas Proposto por Secchi



Fonte: Secchi (2013, p. 43)

Trevisan e Van Bellen (2008), amparados em Souza (2012), expõem o problema da proximidade entre a burocracia e a análise de políticas públicas: “a área ainda apresenta um uso excessivo de narrativas pouco pautadas por modelos ou tipologias de políticas públicas, por teorias próximas do objeto de análise e que mantêm uma leveza metodológica exagerada” (SOUZA, 2012). Para os autores, se, por um lado, a proximidade com os responsáveis pela política facilita a obtenção de informações de pesquisa, por outro, compromete a isenção do avaliador em relação

aos pontos críticos. Dessa forma, é necessário empreender esforços para evitar a captura ou influência sobre o avaliador.

Para Vedung (1997), por sua vez, a avaliação envolve a seleção e afinação dos problemas a serem tratados sobre determinada política. Nesse sentido, para o autor, são os problemas que dão identidade à avaliação, não propriamente o seu modelo. Ele descreve os oito problemas de abordagem para avaliação de políticas públicas, que se encontram a seguir transcritos (VEDUNG, 1997, p. 93 e 94 - tradução nossa<sup>4</sup>):

- 1) O problema do propósito: Para quais objetivos gerais a avaliação é lançada?
- 2) O problema da organização (avaliador): Quem deve exercer a avaliação e como deve ser organizada?
- 3) O problema da análise de intervenção: Como deve ser caracterizado e descrito o objeto da avaliação (a intervenção governamental, normalmente a política, o programa, os componentes de políticas e programas, ou a prestação de serviços e bens)? O objeto da avaliação é considerado um meio ou uma entidade independente?
- 4) O problema de conversão: Como se dá a execução entre a iniciação formal da intervenção e os produtos finais?
- 5) O problema dos resultados: Quais são os produtos e os resultados - imediatos, intermediários e finais - da intervenção?
- 6) O problema do impacto: Quais contingências (fatores causais, forças causais operacionais) - a intervenção incluída - explicam os resultados?
- 7) O problema do critério: Por quais critérios de valor devem ser avaliados os méritos da intervenção? Por quais padrões de desempenho nos critérios de valor o sucesso ou a falha ou o desempenho satisfatório podem ser julgados? E quais são os reais méritos da intervenção?
- 8) O problema da utilização: Como a avaliação será utilizada? Como ela é realmente usada?

---

<sup>4</sup> Do original: "1. *The purpose problem: For what overall aims is the evaluation launched?*

2. *The organization (evaluator) problem: Who should exercise the evaluation and how should it be organized?*

3. *The intervention analysis problem: How is the evaluand, that is, the government intervention, normally the policy, the program, the components of policies and programs, or the provision of services and goods, to be characterized and described? Is the evaluand regarded as a means or as a self-contained entity?*

4. *The conversion problem: What does execution look like between the formal instigation of the intervention and the final outputs?*

5. *The results problem: What are the outputs and the outcomes-immediate, intermediate, and ultimate-of the intervention?*

6. *The impact problem: What contingencies (causal factors, operating causal forces)-the intervention included-explain the results?*

7. *The criterion problem: By what value criteria should the merits of the intervention be assessed? By what standards of performance on the value criteria can success or failure or satisfactory performance be judged? And what are the actual merits of the intervention?*

8. *The utilization problem: How is the evaluation to be utilized? How is it actually used?"*

Os oito problemas de Vedung não foram concebidos como uma metodologia para avaliação de políticas públicas, mas como uma abordagem de análise sobre os desafios envolvidos nesse processo. Entendemos que os oito problemas de Vedung podem constituir um roteiro avaliativo útil para delinear as principais questões que envolvem a implantação da ação governamental. Seu uso como método de avaliação possui caráter exploratório, se encontra em construção, e, até por isso, não possui ampla literatura. Alguns trabalhos utilizam esse método de forma complementar, tal como observado em Violante e Pedone (2021). Entretanto, considerando a quantidade de variáveis envolvidas, cada processo deve abordar os problemas mais condizentes com a avaliação que se pretende empreender. Nesse sentido, pode ser necessário analisar um recorte quanto aos problemas que devem ser considerados em cada avaliação.

## 4. O SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO

### 4.1. Estrutura do setor

O mercado de energia elétrica pode ser dividido basicamente nas atividades de geração, transmissão, distribuição e comercialização. Na geração, no Brasil, há predominância de usinas hidrelétricas, com 61,9% da geração no ano de 2022 (EPE, 2023). Segundo Tolmasquim (2015), essa predominância acarreta forte influência das condições e ciclos hidrológicos sobre as decisões acerca do suprimento e sobre a formação dos custos da energia para o consumidor final.

A transmissão de energia exerce papel fundamental na segurança do suprimento, possibilitando a transferência de “blocos de energia” da geração obtida em locais afastados dos centros de consumo e, dada a predominância de geração hidrelétrica, aproveitando a complementaridade das estações do ano nas diferentes regiões. Em períodos nos quais se registra seca nas regiões Sul e Sudeste, é comum haver elevadas aflúências na região Norte, e vice-versa, conforme registra Moreira (2019, p. 87), *in verbis*:

os intercâmbios regionais de transmissão agregam acréscimos significativos na energia firme ao país, tornando-se de grande importância para a otimização do sistema.

A transmissão de energia, considerando as proporções continentais do País, também requer vultosos investimentos. Ainda segundo Moreira (2016, p. 87), a “capacidade instalada de transmissão tem custos elevados e cabe ao planejamento considerá-los, em conjunto com as magnitudes e direções esperadas dos fluxos de energia e do critério de segurança a ser considerado em seu dimensionamento”. Conforme mencionado, o SIN possui 145 mil quilômetros de redes de transmissão, que interligam quase todos os Estados, viabilizando o aproveitamento da sinergias operacionais relevantes decorrentes das diferentes ofertas hídricas sazonais.

Convém diferenciar os ambientes de contratação livre e regulada, segundo o Decreto nº 5.163, de 30 de julho de 2004 (BRASIL, 2004). No ambiente de contratação regulada, a distribuidora vende a energia para o consumidor final mediante tarifa, definida pela Aneel, a um valor que remunere todos os serviços da cadeia de suprimentos à montante. No ambiente de contratação livre, por sua vez, o consumidor pode contratar diretamente com o agente gerador ou

comercializador, em regime de livre negociação, e remunerar a distribuidora separadamente pelo serviço de disponibilidade de rede e dos benefícios adjacentes.

A distribuição ocorre em âmbito regional, e, segundo Tolmasquim (2016), se caracteriza como monopólio natural. Logo, no mercado regulado, um único agente atua em determinada área, como concessionário ou permissionário, e presta o serviço de fornecimento direto ao consumidor final de forma exclusiva, sendo remunerado pela administração da infraestrutura de rede necessária para realizar a entrega da energia. A comercialização, por sua vez, é uma atividade de intermediação, em que o agente atua predominantemente no mercado livre, contratando junto ao gerador e revendendo aos consumidores conforme se apresentam as condições do mercado e dos diversos arranjos possíveis para aproveitamento de sobras de energia, de demanda firme, de ajuste de sazonalidade, por exemplo.

## **4.2. Composição tarifária**

Segundo a Aneel (2022), a parcela da Tarifa de Energia Regulada (TE) é composta pela remuneração da energia paga ao gerador, acrescida parcelas de transporte e rede básica de Itaipu, perdas da rede básica sobre cativo, e encargos, tais como o de serviços de sistema<sup>5</sup> (ESS), a Compensação Financeira Pela Utilização de Recursos Hídricos<sup>6</sup> (CFURH), aplicação em pesquisa e desenvolvimento sobre geração de energia<sup>7</sup> (P&D EE), e a componente da CDE sobre a parcela de energia<sup>8</sup> (TE-CDE).

A parcela denominada Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição (TUSD), por sua vez, é composta pelas parcelas de transporte Fio A, formada por custos regulatórios pelo uso de ativos de propriedade de terceiros, e Fio B, formada por custos regulatórios pelo uso de ativos

---

<sup>5</sup> ESS são valores destinados ao ressarcimento dos agentes de geração dos custos incorridos na manutenção da confiabilidade e da estabilidade operacional do Sistema.

<sup>6</sup> Instituída pelo art. 1º da Lei Federal nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989, incide sobre o aproveitamento de recursos hídricos, para fins de geração de energia elétrica.

<sup>7</sup> Previsto no art. 2º da Lei nº 9.991, de 24 de julho de 2000, referente à aplicação de 1% da receita operacional líquida de geradores em pesquisa e desenvolvimento do setor elétrico.

<sup>8</sup> Inclui a Conta Ambiente de Contratação Regulada (Conta ACR) e a parcela instituída pelo Decreto nº 7.945, de 7 de março de 2013.

de propriedade da própria distribuidora que compõem a Parcela B, pelas perdas técnicas, não técnicas e da rede básica de distribuição, e pelos encargos incidentes sobre distribuição.

Segundo a Aneel (2018a), a composição da tarifa residencial, praticada no ambiente regulado, pode ser descrita da seguinte forma segundo função de seus componentes, conforme Figura 2:

Figura 2 – Custos dos componentes tarifários

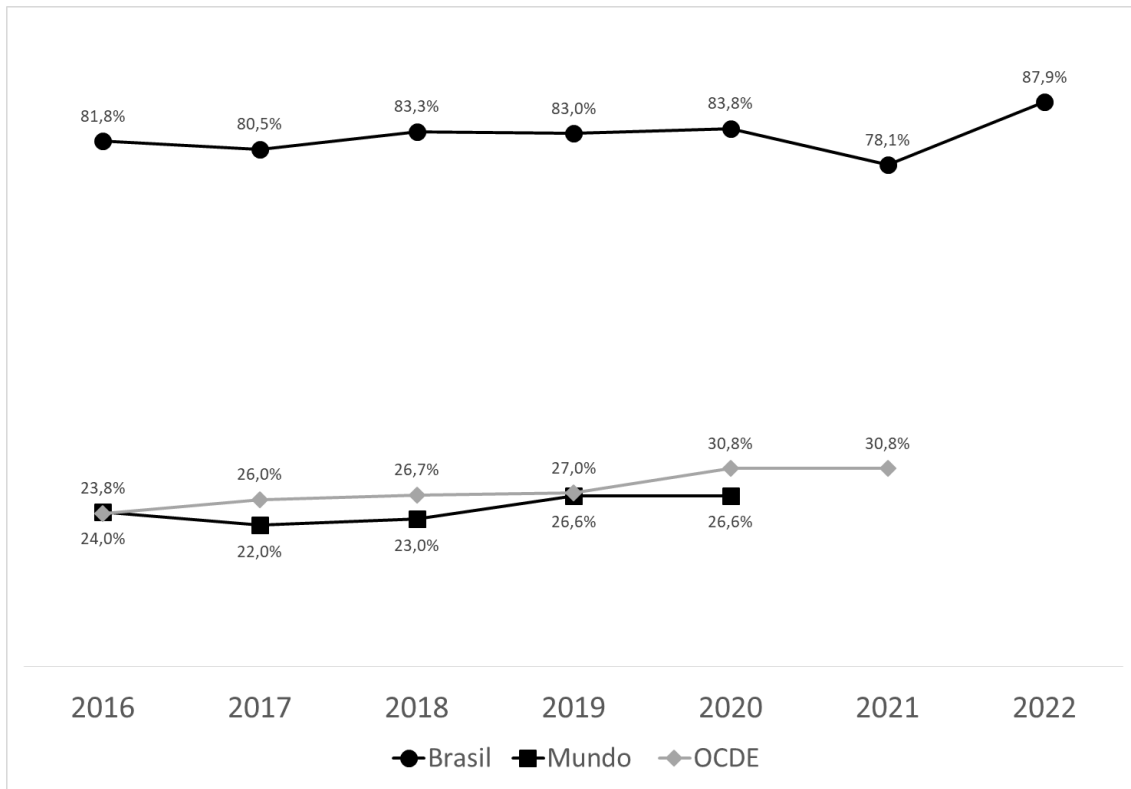
TE		TUSD			
Energia 38%	Encargos e outros 12%	Encargos 8%	Perdas 8%	Fio A 6%	Fio B 28%

Fonte: Aneel (2018a), com adaptações.

### 4.3. Participação de fontes renováveis na matriz elétrica

A matriz elétrica brasileira é caracterizada pelo predomínio de fontes renováveis. A Figura 3 apresenta comparativo entre o percentual de energia renovável na matriz elétrica brasileira em comparação com o restante do mundo. Esses números são influenciados pela predominância de uso de usinas termelétricas entre as maiores economias do mundo, com destaque para a China, dependente de carvão, e Estados Unidos, que utilizam largamente gás natural e derivados de petróleo (IEA, 2022).

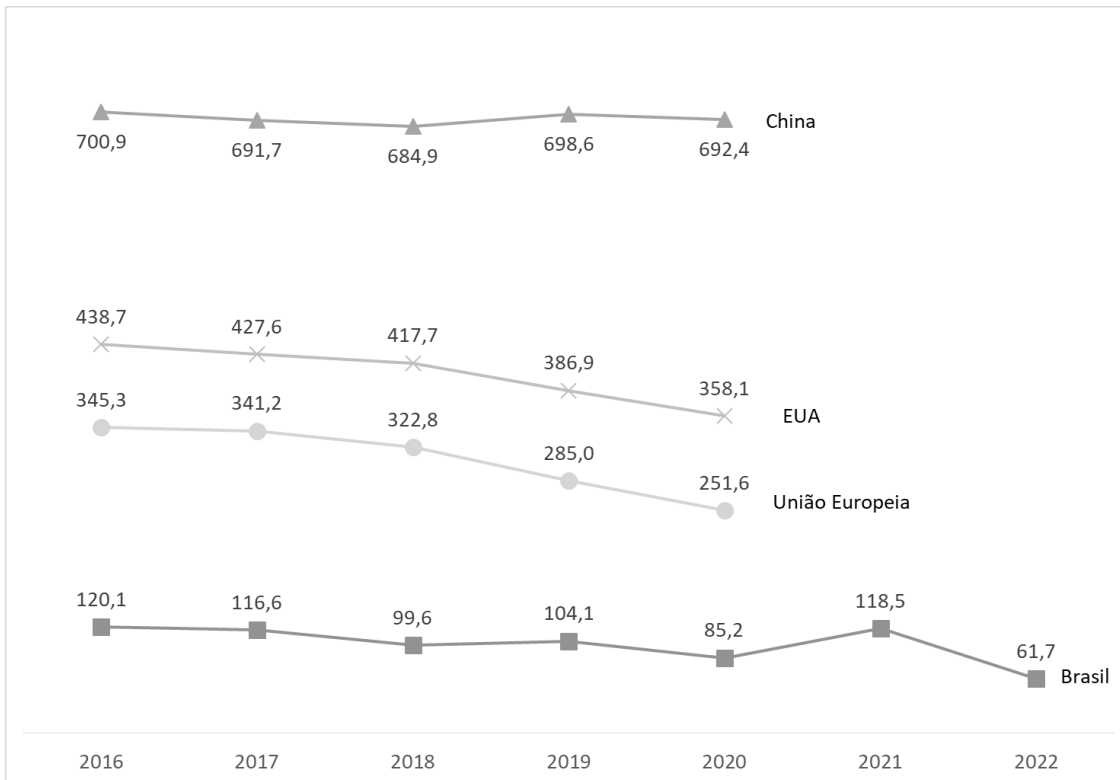
Figura 3 – Participação de fontes renováveis na produção de energia elétrica no Brasil



Fonte: Elaboração própria com dados de EPE (2023)

A Figura 4 apresenta comparativo entre as emissões na produção de energia elétrica do Brasil e de outros países do mundo no histórico recente. Em 2021, as emissões brasileiras atingiram 118,5 kg de dióxido de carbono por megawatt-hora gerado de energia (EPE, 2023), mas não foram obtidos valores mais atualizados dos demais países para esse ano.



Figura 4 – Emissões na produção de energia elétrica (kg CO<sub>2</sub>.equ / MWh)

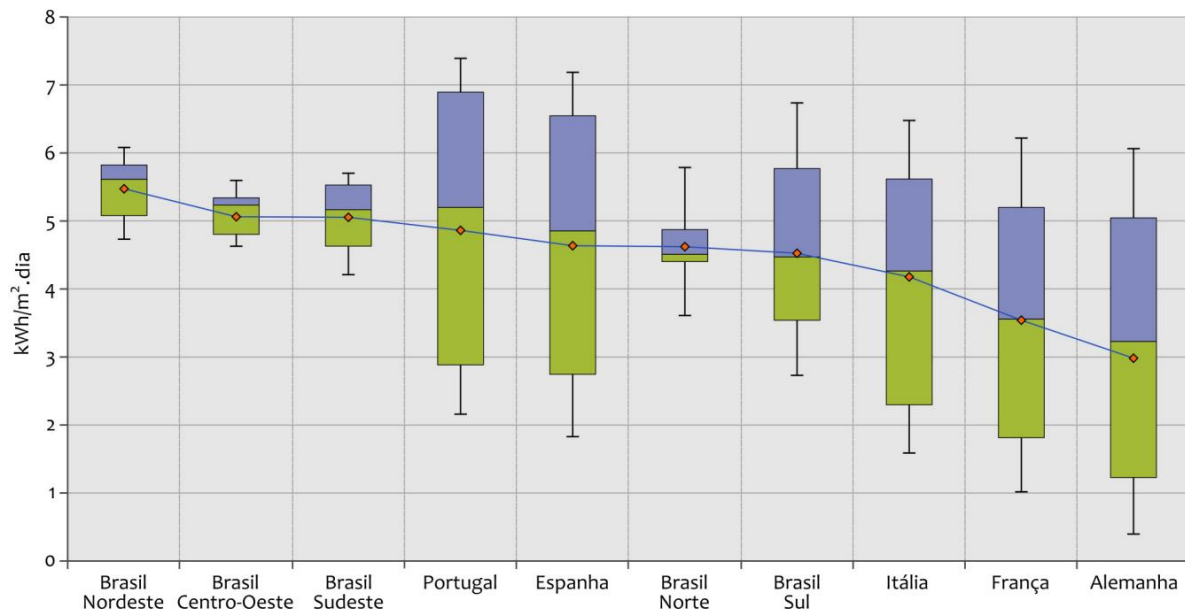
Fonte: Elaboração própria com dados de EPE (2023).

Segundo informações do BEN (2022), houve crescimento da capacidade instalada de energia por fonte eólica e solar em 2021. Entretanto, de acordo com o mesmo documento, foi registrado aumento de emissões nesse mesmo ano relacionado à redução de disponibilidade de geração hídrica, que precisou ser compensada por oferta de origem termelétrica. A queda de participação de energia renovável refletiu, portanto, um cenário específico registrado no período, não relacionado à evolução capacidade instalada de cada fonte.

Releva destacar as condições favoráveis para o crescimento de geração solar no Brasil, conforme pode ser visto na Figura 5 (INPE, 2017, p. 68), que apresenta comparativo entre países da média de irradiação solar. Nessa figura, a comparação é feita na forma de *box-plot*, em que a altura das caixas representa variabilidade, com representação de 50% dos valores, as linhas verticais os valores máximos e mínimos e os losangos vermelhos as médias. Conforme pode ser visto, considerando a altura das caixas, a irradiação solar no Brasil é muito elevada e apresenta variabilidade muito baixa. A incidência solar média registrada nos principais centros de consumo de energia, localizados na região Sudeste, são superiores até mesmo às dos países ibéricos, que

chegam a ter picos de incidência (representados pelas linhas superiores) mais elevados dos que os brasileiros. Quando a comparação envolve a Alemanha, país com maior capacidade instalada de geração solar da Europa (ver Tabela 1, página 37 deste trabalho), todas as regiões brasileiras apresentam irradiação média superior. Isso sugere o elevado potencial de crescimento de geração solar no País.

Figura 5 – Comparativo das médias mensais de irradiação global no Brasil e em alguns países da Europa (kWh/m<sup>2</sup>)



Fonte: INPE (2017, p. 68).

## 5. Micro e MiniGeração Distribuída

### 5.1. Desenho da política no Brasil

Após a realização da Consulta Pública nº 15/2010 pela Aneel, que possibilitou a posterior escolha do mecanismo de compensação para geração distribuída, duas modalidades tarifárias se destacaram entre as mais adequadas e, conforme se verá adiante, são aqueles com maior utilização em países com ampla participação de geração distribuída. A primeira é a *feed-in tariff* (FiT), que, conforme Poullikkas (2013), é aquela que oferece um valor garantido ao produtor de eletricidade renovável e obriga os operadores da rede a comprar a quantidade de energia gerada. Segundo o autor, o preço é normalmente garantido por um longo período, que proporciona considerável redução de riscos e possibilita forte incentivo ao investimento. Ainda segundo o autor, os esquemas FiT são bem conhecidos por seu sucesso na implantação de grandes quantidades de energia eólica, biomassa e solar principalmente na Alemanha, Dinamarca e Espanha.

A outra modalidade relevante é o *net metering*, que consiste na medição bidirecional do fluxo de energia de uma unidade consumidora e produtora, em que se registra o montante líquido de energia correspondente à diferença entre os volumes gerado e consumido, normalmente a partir de fontes renováveis. Segundo a definição de Poullikkas e Kourtis (2013),

*is an electricity policy which allows utility customers to offset some or all of their electricity use with self produced electricity from RES-E (renewable sources of electricity) systems. Net metering works by utilizing a meter that is able to spin and record energy flow in both directions.*

Ao final do processo, a modalidade *net metering* acabou sendo a escolhida para o modelo brasileiro de MMGD. Importante registrar que há a possibilidade de FiT para grandes projetos de geração distribuída, mas que não são objeto de análise do presente trabalho.

A geração distribuída ocorre a partir de instalações nas unidades consumidoras, que se conectam à malha de distribuição para realizar intercâmbio com a rede e a compensação do consumo. Essa modalidade ocorre exclusivamente no ambiente de contratação regulada. O consumidor apresenta comportamento dual: ora fornece energia para a rede, ora consome, momento ocorrido em períodos nos quais a geração em sua unidade é inferior ao consumo.

No SCEE, o volume gerado na unidade consumidora é utilizado para abater o consumido, sem que isso gere devolução financeira pela concessionária de distribuição. A compensação ocorre por meio de volume de energia, em que o consumidor recebe na forma de “créditos” o equivalente ao superávit entre a energia que gerou e consumiu. Nesse sistema, o consumidor que produz a energia e injeta na rede atua como uma espécie de gerador, mas recebe créditos referentes à totalidade da tarifa de energia.

Para devolver os créditos referentes à geração realizada pelo consumidor, a distribuidora precisa remunerar não somente a geração, como também a transmissão e os seus custos com distribuição. Considerando que a concessionária de distribuição tem garantia de equilíbrio econômico-financeiro, a tarifa regulada reflete os custos envolvidos no sistema de compensação, e todos os consumidores do ambiente regulado financiam essa operação.

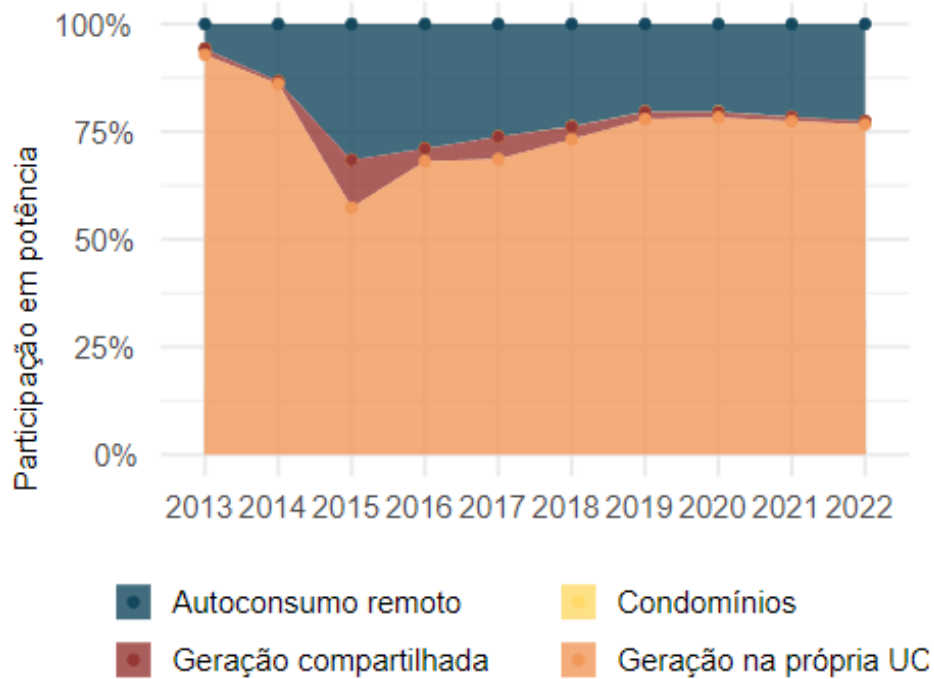
O autoconsumo local é a modalidade em que a energia é gerada e compensada no mesmo local onde está instalada a MMGD. Foi a modalidade permitida no início da política de compensação, implantada pela Resolução Aneel nº 482, 2012 (ANEEL, 2012). A Resolução Normativa - REN 687, de 2015, introduziu alterações importantes para o aumento da atratividade dos projetos de MMGD. Entre as novas regras, podemos destacar a introdução de novos limites de potência, a ampliação da validade dos créditos (de 36 para 60 meses), além de novas modalidades de GD. Entre essas novas modalidades, foi introduzido o autoconsumo remoto, caracterizado por unidades consumidoras de mesma titularidade em que uma delas possua micro ou minigeração distribuída em local diferente das demais, cuja energia excedente será compensada entre elas. Em síntese, nessa modalidade, a energia pode ser gerada em um local e compensada em outro, desde que em unidades consumidoras do mesmo titular e na mesma área de distribuição.

Outra modalidade introduzida pelo novo normativo (ANEEL, 2012) foi a geração compartilhada que, por sua vez, é aquela caracterizada pela reunião de diferentes consumidores, por meio de consórcio ou cooperativa, que possua unidade consumidora com micro ou minigeração distribuída em local diferente das unidades consumidoras nas quais a energia excedente será compensada. Em linhas gerais, nessa modalidade, os participantes podem utilizar conjuntamente a energia gerada para compensação de seus consumos, em proporção definida junto à concessionária.

A Figura 6 mostra a participação percentual das diferentes modalidades de geração distribuída no mercado brasileiro. Importante notar que a geração local, realizada na

própria unidade de consume, representa mais de 75% da potência total instalada, e o restante tem forte participação da modalidade de autoconsumo remoto.

Figura 6 – Participação percentual das modalidades de geração distribuída



Fonte: EPE, 2023, p. 1

No o atual estágio de desenvolvimento tecnológico, o armazenamento de energia elétrica é considerado demasiadamente oneroso. Caso se disponha a recorrer a essa estratégia, o consumidor que gera sua própria energia deveria investir em sistemas de baterias e de inversores, cujos valores poderiam chegar a R\$ 250 mil para um consumidor residencial típico. Dessa forma, a implantação de projetos de geração distribuída não permite que o consumidor que opte por esse sistema tenha total autonomia energética, sendo necessário utilizar a energia proveniente da rede de distribuição nos momentos em que a fonte local não é capaz de suprir seu consumo, caso em que a rede de distribuição figura como uma bateria sem os custos vultosos.

## 5.2. Geração Distribuída em outros países

A expansão da geração distribuída em outros países esteve fortemente baseada na fonte solar fotovoltaica, assim como ocorrera no Brasil. Cada país possui diferentes critérios

para definir o que é geração distribuída, o que dificulta a comparação utilizando esse parâmetro. Citando IEA (2022c, p. 14), “embora diversas organizações do setor de energia ofereçam sua própria definição específica, as fontes de geração distribuída são normalmente descritas como qualquer recurso conectado à rede de distribuição”.<sup>9</sup>

Essa característica de diversidade conceitual contribui para que, conforme demonstrado na pesquisa, estudos como de Castro e Dantas (2018, p. 417) e Cardoso Júnior (2021) estabeleçam comparativos entre países considerando a capacidade total instalada de energia solar, mesmo que esses dados incluam geração centralizada. Adotamos esse parâmetro para viabilizar a escolha de países a serem descritos no presente trabalho. A Tabela 1 apresenta, a partir de dados da Agência Internacional de Energia (IEA, 2022a), os países com maior capacidade instalada de geração solar fotovoltaica em 2021.

Tabela 1 – Países com maior capacidade instalada de energia solar em 2021

1. China	308,5	GW
2. Estados Unidos	123,0	GW
3. Japão	78,2	GW
4. Índia	60,4	GW
5. Alemanha	59,2	GW

Fonte: IEA, 2022a

Para efeitos de comparação com os números dos países acima, segundo informações da Aneel e da EPE, que foram utilizados para construir o gráfico da Figura 20, na página 74 deste trabalho, a capacidade de geração solar fotovoltaica no Brasil em 2021 era de cerca de 15 GW, equivalente a 25% da capacidade instalada da Alemanha, 5ª colocada. Considerando dados um pouco mais antigos, é possível afirmar que o Brasil implementou medidas objetivas para fomento à MMGD em momento bastante posterior ao adotado pelos principais países do mundo em capacidade instalada.

### 5.2.1. Japão

No Japão, o setor elétrico passou por um processo de reformulação na década de 1990, que resultou na publicação do *Electricity Business Act* (EBA), de 1995. Esse normativo

<sup>9</sup> Tradução livre do trecho: “Although several energy industry organisations offer their own particular definition, DERs are typically described as any resource connected to the distribution grid”

proporcionou a liberalização do mercado interno japonês e lançou as bases para as alterações posteriores que permitiram a introdução e expansão de fontes renováveis (CASTRO e DANTAS, 2018, p. 421). No mesmo período, havia sido implementado *Japan's Residential PV Dissemination Program* (RPVD), um subsídio que previa o reembolso de até 50% do custo de instalação dos sistemas fotovoltaicos para consumidores residenciais de geração distribuída. Até 2005, esse programa teria sido responsável pela instalação de 250 mil sistemas de geração distribuída (CASTRO e DANTAS, 2018).

Posteriormente, em 2009, foi implantado o *Purchasing Scheme for Solar PV Electricity*, que consiste em uma espécie de incentivo via tarifas *feed-in*, com a compra de excedentes de energia gerada, mecanismo que contribuiu para a retomada do crescimento de instalações e para que a capacidade total instalada atingisse 4,9 GW em 2011 (CASTRO e DANTAS, 2018, p. 422). Naquele ano, havia predominância alação de sistemas residenciais de pequeno porte. No ano seguinte, após atingir 58% de participação na capacidade total de sistemas de fonte solar, o setor residencial passou a apresentar saturação (CARDOSO JÚNIOR, 2021, p. 8).

Os incentivos às fontes renováveis foram acentuados após o acidente na usina nuclear de Fukushima, em 2011, que impôs a necessidade de rever as bases das fontes de energia naquele país (CASTRO e DANTAS, 2018, p. 413-415). A geração de energia nuclear, que até então correspondia a 11% do total registrado no país, chegou a cair para zero em 2014 (CASTRO e DANTAS, 2018, p. 420). Essa redução proporcionou expressiva margem de crescimento para a geração renovável, considerando a necessidade de reposição da capacidade de oferta de energia elétrica frente à crescente demanda.

Em 2013, o Japão passou a direcionar suas políticas para incremento da participação de sistemas de geração distribuída de grande porte, com foco nos setores comercial e rural (CARDOSO JÚNIOR, 2021, p. 8). Após a implantação desses mecanismos de incentivo, o país registrou crescimento acentuado na capacidade instalada, atingindo no ano de 2015 a terceira posição em capacidade total instalada, atrás de China e Alemanha. No ano seguinte, ultrapassou a Alemanha e se tornou o segundo país em capacidade instalada de energia solar fotovoltaica (CASTRO e DANTAS, 2018, p. 433).

O principal consenso entre os agentes de mercado no Japão a respeito da expansão da geração distribuída está relacionado à necessidade de se estabelecer o correto endereçamento de custos e o incremento na capacidade de transmissão, como formas de absorver a capacidade de geração em ERVs em bases sustentáveis (CASTRO e DANTAS, 2018, p. 433). Essa preocupação se mostra recorrente em outros países conforme avançam no processo de implantação e expansão da participação de fontes variáveis em suas matrizes, conforme será tratado adiante.

### 5.2.2. Alemanha

A Alemanha foi um dos países pioneiros em incentivos à instalação de geração distribuída. Em 1991, iniciou seus esforços para expansão dessa fonte a partir da instituição de um programa cujo objetivo era viabilizar mil telhados para instalação de sistemas residenciais de geração. Esse programa previa auxílio financeiro de até 70% do custo do investimento e possibilitou a implantação de 2.500 unidades com esse perfil (CARDOSO JÚNIOR, 2021).

Posteriormente, no ano 2000, o país instituiu a Lei de Fontes de Energia Renovável (do alemão *Erneuerbare-Energien-Gesetz* - EEG), que introduziu aperfeiçoamentos do mecanismo de *feed-in tariff*. Nesse novo arranjo legal, a distribuidora passou a pagar aos proprietários de painéis solares e turbinas eólicas uma tarifa fixa por cada unidade de eletricidade gerada e injetada na rede elétrica. Como consequência, o início dos anos 2000 pode ser marcado como um ponto de inflexão na política alemã de incentivo a fontes renováveis (CASTRO e DANTAS, 2018, p. 195).

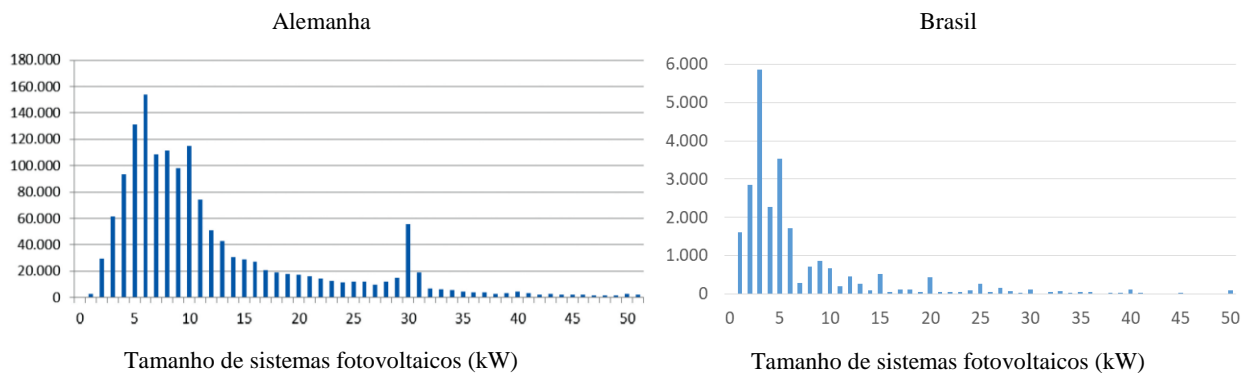
Em 2004, a EEG foi reformulada, proporcionando aumento na remuneração de *feed-in*, além da eliminação do limite para o tamanho máximo das usinas (CARDOSO JÚNIOR, 2021). Em razão dessas mudanças, foi possível observar um expressivo crescimento de oferta de energia solar fotovoltaica. Conforme descreve Castro e Dantas (2018, p. 200), “no período compreendido entre 2004 e 2015, a adição anual média foi de aproximadamente 3 GW, sendo que no período entre 2009 e 2012 a média anual foi superior a 7 GW”. Em outro trecho, o autor atribui esse crescimento tanto às políticas de incentivo como à queda dos preços dos painéis fotovoltaicos (CARDOSO JÚNIOR, 2021, p. 199).



Importante ressaltar que, embora esses números representem a capacidade global de geração solar, não se pode deixar de ter conta que, na Alemanha, os sistemas conectados à baixa tensão possuem grande participação na capacidade total de geração a partir dessa fonte. De acordo com Castro e Dantas (2018, p. 200), em 2017 esse número era de 57%. A partir desse período, a Alemanha optou por reduzir a *feed-in tariff* conforme se elevava a capacidade global instalada, e direcionar maior remuneração para projetos de menor porte. Adicionalmente, para usinas de maior capacidade instalada, passaram a ser necessárias medidas adicionais para evitar sobreofertas, como o uso de controle remoto (BRASIL, 2019).

A Figura 7 mostra a distribuição do número de sistemas fotovoltaicos de até 50 kW nesse ano considerando o porte da capacidade instalada na Alemanha e no Brasil. O elevado número de projetos de potência reduzida se relaciona com a proporção aplicada à remuneração *feed-in*, que é tanto maior quanto menor a capacidade do empreendimento. Comparando com o Brasil, no mesmo ano havia 24.530 unidades consumidoras com capacidade inferior a essa (ANEEL, 2023b), número bastante inferior ao registrado no somatório do gráfico de distribuição, conforme se infere a partir da diferença de escala entre os dois gráficos da Figura 7.

Figura 7 – Distribuição dos sistemas fotovoltaicos na Alemanha e no Brasil em 2017, por tamanho – até 50 kW



Fontes: Castro e Dantas (2018, p. 202), e elaboração própria a partir de dados da Aneel (2023b)

Conforme mencionado anteriormente, e como se depreende observando o histórico do desenvolvimento do mercado alemão, o país foi um dos pioneiros na implantação de incentivos à geração distribuída utilizando fonte solar fotovoltaica. Considerando seu tamanho, o setor elétrico alemão contribuiu para oferecer escala de demanda de equipamentos, movimento importante no barateamento dessa tecnologia. Como se verá adiante, a China foi o país em que a

fabricação desses equipamentos encontrou maior escala produtiva, em boa medida alavancada pelo mercado alemão.

A União Europeia chegou a investigar fabricantes chineses de praticar *dumping*, a partir de queixas de representantes industriais europeus de que o país estaria fornecendo subsídios estatais para que os fabricantes pudessem fornecer painéis solares abaixo do preço de custo. Segundo o Memo/12/647 (EC, 2012), da *European Commission*,

a autora da denúncia (EU Pro Sun, associação que reúne companhias européias produtoras de painéis solares, sobretudo alemãs) trouxe elementos suficientes que demonstram 1) possível *dumping* de preços praticado pelos produtores-exportadores no mercado da UE, 2) prejuízo sofrido pela indústria da União, e 3) um possível nexo de causalidade entre as importações objeto de *dumping* e o prejuízo sofrido pela indústria da União<sup>10</sup>.

Após investigações, o Conselho da *European Commission* impôs, em dezembro de 2013, por meio do Regulamento de Execução (UE) n.º 1238/2013 (EC, 2013) um imposto antidumping sobre importações de módulos fotovoltaicos de silício cristalino e componentes-chave. Apesar da introdução dessas medidas, os produtores chineses se mantiveram interessados nos mercados europeus, e nele mantiveram forte posição (EU, 2017, p. 12), o que contribuiu para o predomínio chinês na fabricação global desses produtos.

### 5.2.3. China

A leitura da Figura 4, na página 32 deste trabalho, possibilita a conclusão de que a China possui uma matriz energética com alto grau de emissões de gases de efeito estufa. Conforme registra Zhang et al (2019), o país é o maior emissor de carbono do mundo no setor de energia, e isso está relacionado ao período de rápido desenvolvimento econômico, que demandou uma expansão de capacidade de geração baseada sobretudo em queima de carvão mineral. Ainda

---

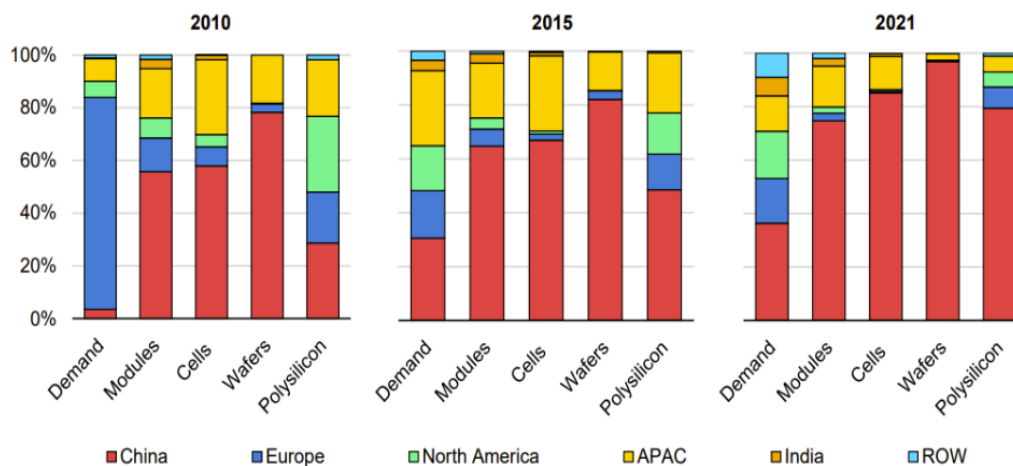
<sup>10</sup> Tradução livre do trecho “*The complainant has brought sufficient elements showing (1) possible price dumping by the exporting producers on the EU market, (2) injury suffered by the Union industry, and (3) a possible causal link between the dumped imports and the injury suffered by the Union industry.*”

segundo os autores, a deterioração da qualidade do ar e outros problemas ambientais levaram a China a buscar o incremento de uso de fontes renováveis.

A respeito das políticas de desenvolvimento da geração distribuída, Zhang *et al* (2019) menciona a existência de uma complexa rede de atuação que contempla desenvolvimento industrial e uma combinação de diferentes políticas, que incluíram a introdução de tarifas *feed-in*, a concessão de benefícios fiscais para a aquisição de equipamentos e a introdução de um sistema de crédito com as distribuidoras quando os sistemas injetam energia na rede (CARDOSO JÚNIOR, 2021, p. 9).

A adoção dessa aliança entre políticas industrial e energética, conjugada com a grande demanda interna por energia, conduziram a China à primeira posição em produção de tecnologia solar, sendo responsável pela grande maioria dos painéis solares fabricados no mundo (CARDOSO JÚNIOR, 2021, p. 9). A Figura 8 apresenta a capacidade de fabricação de energia solar fotovoltaica, e, partir de sua leitura, é possível constatar predominância absoluta do país nos diversos estágios de fabricação, superiores a 80% em sua maioria, enquanto o consumo interno representava em torno de 36% da participação global.

Figura 8 – Demanda e capacidade de fabricação de energia solar fotovoltaica por país e região, 2010 a 2021



Fonte: IEA, 2022b, p.18

A posição como grande fabricante de equipamentos, aliada a um planejamento rigoroso, contribuíram para que predominasse na China a implantação de grandes projetos de produção de energia solar, em modalidade similar à de geração centralizada (CARDOSO JÚNIOR,

2021). A participação percentual de geração distribuída frente ao total de geração de energia solar ainda é muito baixa nesse país (ZHANG et al, 2019, p. 63). Entretanto, o governo chinês demonstra valorizar a utilização de geração distribuída, por se tratar de um meio de aliviar a crise energética do país ao mesmo tempo em que promove uma reforma em seu sistema energético (ZHANG et al, 2019, p. 63).

#### 5.2.4. Estados Unidos

A estrutura do setor elétrico dos Estados Unidos está associada a um conjunto de entidades de governança, tanto em nível federal como estadual. (CASTRO e DANTAS, 2018, p. 66). Isso possibilita afirmar que algumas peculiaridades se aplicam conforme o Estado a ser analisado, o que dificulta uma análise ampla que contemple o país como um todo. Entretanto, algumas características são comuns a vários deles.

A Califórnia é líder nacional no processo de difusão da energia solar no país, com 13,3 GW de capacidade instalada em 2017, dos quais 33,8% são referentes a geração distribuída (CASTRO e DANTAS, 2018, p. 50). O estado adota o *net metering* aliado a uma limitação de 5% da demanda de ponta de cada concessionária (CASTRO e DANTAS, 2018, p. 49). Esses mecanismos de restrição foram sugeridos após o operador do sistema elétrico californiano (do inglês CAISO - *California Independent System Operator*) constatar alguns impactos relacionados à rampa de subida de carga em sistemas de geração distribuída com predominância de fontes solares, conforme se verá adiante.

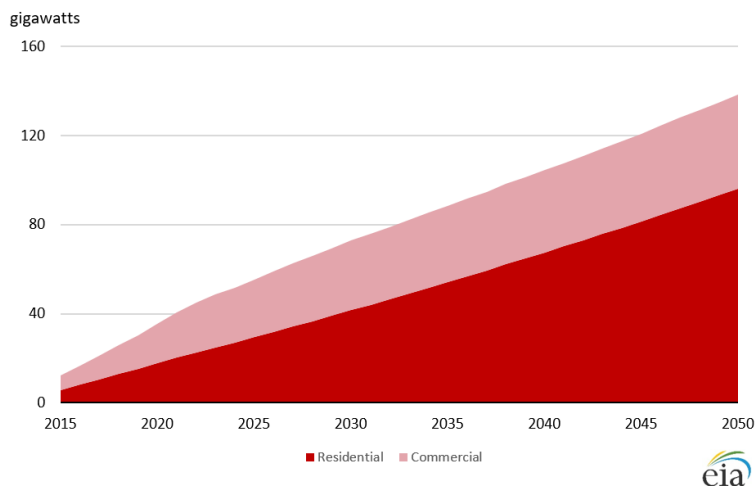
Em alguns Estados, como o Havaí, o petróleo figura como principal fonte de energia. Nesse local em específico, que é isolado do restante do continente, essa fonte responde por mais de 75% dos recursos energéticos primários utilizados para geração de eletricidade ao longo dos últimos 20 anos (CASTRO e DANTAS, 2018, p. 69). Nesse sentido, as autoridades do setor energético têm adotado soluções para assegurar a expansão da capacidade de geração solar sem perder de vista a necessidade de garantir a segurança no suprimento.

O governo federal americano introduziu importantes incentivos fiscais para investimentos ao longo dos anos. A Lei de Política Energética, de 2005, e Lei de Melhoria e Extensão de Energia, de 2008, ajudaram a promover o crescimento da capacidade de MMGD. As

células solares fotovoltaicas, eólicas e de gás natural recebiam um crédito fiscal de 30% de acordo com as disposições do normativo de 2005, que foram extendidos para até 2019 para sistemas solares fotovoltaicos. Após essa data, o incentivo caiu gradativamente até 2021, ano após o qual equipamentos residenciais deixaram de receber o incentivo fiscal.

Segundo o Ministério da Economia (BRASIL, 2019), 42 dos 50 Estados americanos adotaram o sistema de *net metering* para incentivo ao crescimento da geração distribuída. A predominância dessa metodologia tarifária, bem como os incentivos fiscais, ajuda a explicar a razão pela qual em 2021, cerca de 30% da geração solar era proveniente de geração distribuída. A Figura 9 mostra a projeção da capacidade de geração solar fotovoltaica nos Estados Unidos em geração distribuída.

Figura 9 – Potência instalada de fonte fotovoltaica em edificações, cenário de referência de 2020



Fonte: U.S. Energy Information Administration (EIA, 2022, p. 1)

### 5.3. Aspectos sistêmicos da MMGD

Segundo Sales e Uhlig (2017), o setor elétrico é responsável por 32% das emissões de gases de efeito estufa (GEEs) em escala global, o que aumenta a importância da ampliação da oferta de energia por meio de fontes renováveis. Entretanto, considerando um cenário em que as hidrelétricas com reservatório de regularização constituem opção com menor incremento nos últimos anos no Brasil, há predominância de crescimento a partir de fontes que apresentam variabilidade. Essas fontes podem ser classificadas como energia renovável variável - ERV, e

incluem hidrelétricas sem reservatório e usinas eólicas e solares. A inserção dessas fontes em uma matriz elétrica implica desafios tanto em âmbito de planejamento setorial como envolvendo aspectos operacionais.

Importante ressaltar que micro e minigeração distribuída são necessariamente oriundas de fontes renováveis e, no caso brasileiro, mais de 98% são de origem fotovoltaica (Figura 18, p. 72 deste trabalho), que também constitui uma forma de energia renovável variável. Nesse sentido, conforme anteriormente mencionado, um problema sistêmico advindo do crescimento de micro e minigeração distribuída ocorre porque a redução do consumo de energia da rede decorrente não implica menor necessidade de infraestrutura de distribuição. Conforme resumem Castro e Dantas (2018, p. 17-18), a conexão com a malha de distribuição permite um *backup* para o sistema de MMGD, e esses consumidores continuarão necessitando de suprimento externo “em função da inexistência de aderência perfeita entre a geração de um sistema fotovoltaico e o consumo de energia ao longo do dia”. Logo, a rede funciona como uma “bateria virtual” para o sistema de geração distribuída.

De acordo com Sales e Uhlig (2017), em uma análise generalista, até o limite de cerca de 25% de participação na matriz, as ERVs podem ser incorporadas à rede a partir de ações simples, como a mera expansão de capacidade. Além desse valor, segundo os autores, costumam ser necessárias reestruturações adicionais no mercado como um todo. Essas reestruturações seriam necessárias tanto para que haja a devida alocação de custos entre os agentes, como, também, para que a rede possa absorver a energia gerada. A esse respeito, Sales e Uhlig (2017) mencionam o termo *curtailment*, que se aplica à quantidade de energia renovável variável que é produzida, porém, não utilizada em razão da incapacidade da rede para absorvê-la. Para os autores, nos momentos em que ocorre esse fenômeno, o preço da energia que o sistema deve utilizar para remunerar os prosumidores não pode ser equivalente ao utilizado nos momentos em que a demanda absorve toda a capacidade instalada.

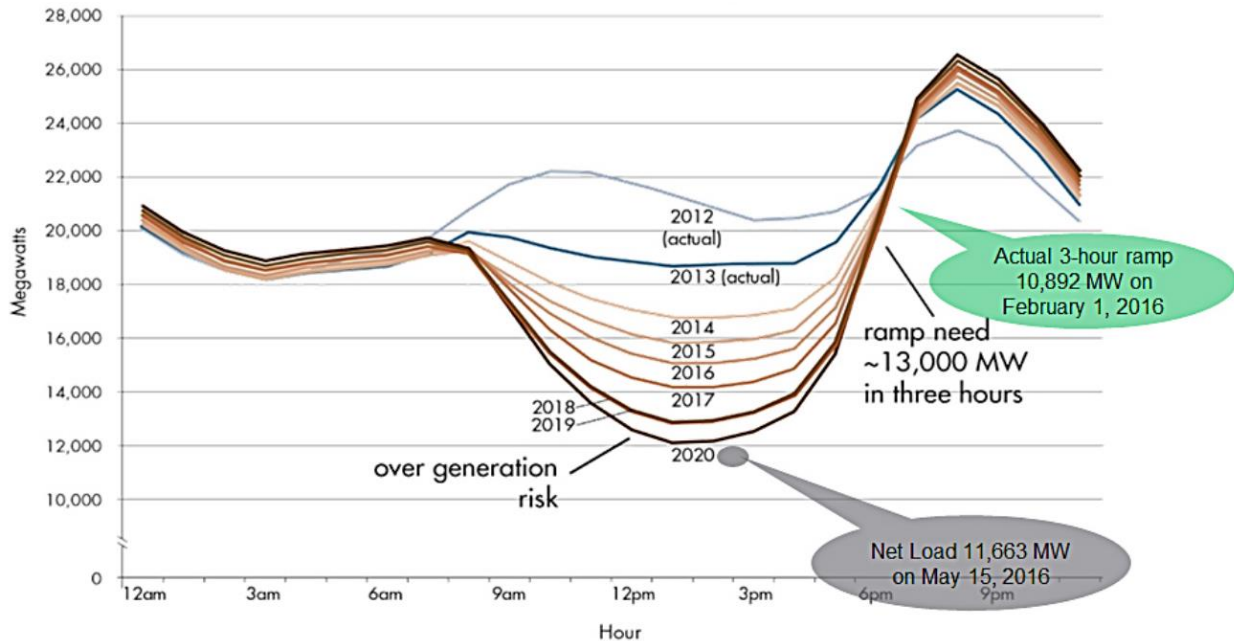
Segundo CERI (2019), as incertezas adicionadas pelas ERVs no planejamento operacional de um sistema elétrico como o brasileiro, que historicamente tinha como característica a existência de oferta controlável de energia, são provocadas por aspectos específicos dessas fontes, tais como i) alta variabilidade; ii) baixa previsibilidade da disponibilidade dos recursos; iii) restrições locais para o aproveitamento das fontes (principalmente para eólica); iv) reduzido

fator de capacidade (utilização média da potência instalada); e v) custos variáveis de operação negligenciáveis. Em razão dessas implicações, a expansão das fontes de energia renováveis variáveis deve ocorrer com base em uma abordagem sistêmica, que considere tanto os benefícios como os custos potenciais de sua integração ao sistema. Esse equacionamento, por sua vez, pode requerer bases temporais com granularidade cada vez maior, sob o risco de ocorrência de perdas de energia gerada e que não pode ser absorvida pela rede (CERI, 2019).

Nesse sentido, convém mencionar o fenômeno da curva do pato, conforme observado em estudo desenvolvido pela CAISO (2016), que comprovou como a participação de sistemas fotovoltaicos de geração distribuída provoca maior amplitude na curva de carga diária de uma distribuidora de energia. O estudo evidenciou que a demanda máxima ocorre, historicamente, em horário noturno, quando a geração distribuída, fortemente baseada em fonte solar, não oferece contribuição ao sistema.

A Figura 10 mostra a curva de demanda de energia elétrica medida na rede de distribuição da Califórnia em um dia típico de primavera entre os anos de 2012 e 2020. Conforme se conclui a partir da leitura do gráfico, a geração distribuída supre parte importante da carga e reduz a necessidade de uso do sistema elétrico de distribuição durante algumas horas do dia. Conforme a oferta de GD cai, com a redução da incidência radiação solar, a demanda pela rede cresce de forma acentuada. O crescimento do número de instalações de GD ao longo dos anos fez com que essa curva apresentasse uma rampa de carga cada vez mais acentuada, chegando a uma subida de 13 MW, quase metade da demanda máxima do dia, em um intervalo de três horas. O nome “curva do pato” decorre do formato dessa curva de carga.

Figura 10 – Curva de demanda da rede de distribuição na Califórnia em um mesmo dia (1º/fev) entre 2012 e 2020



Fonte: CAISO (2016, p. 2)

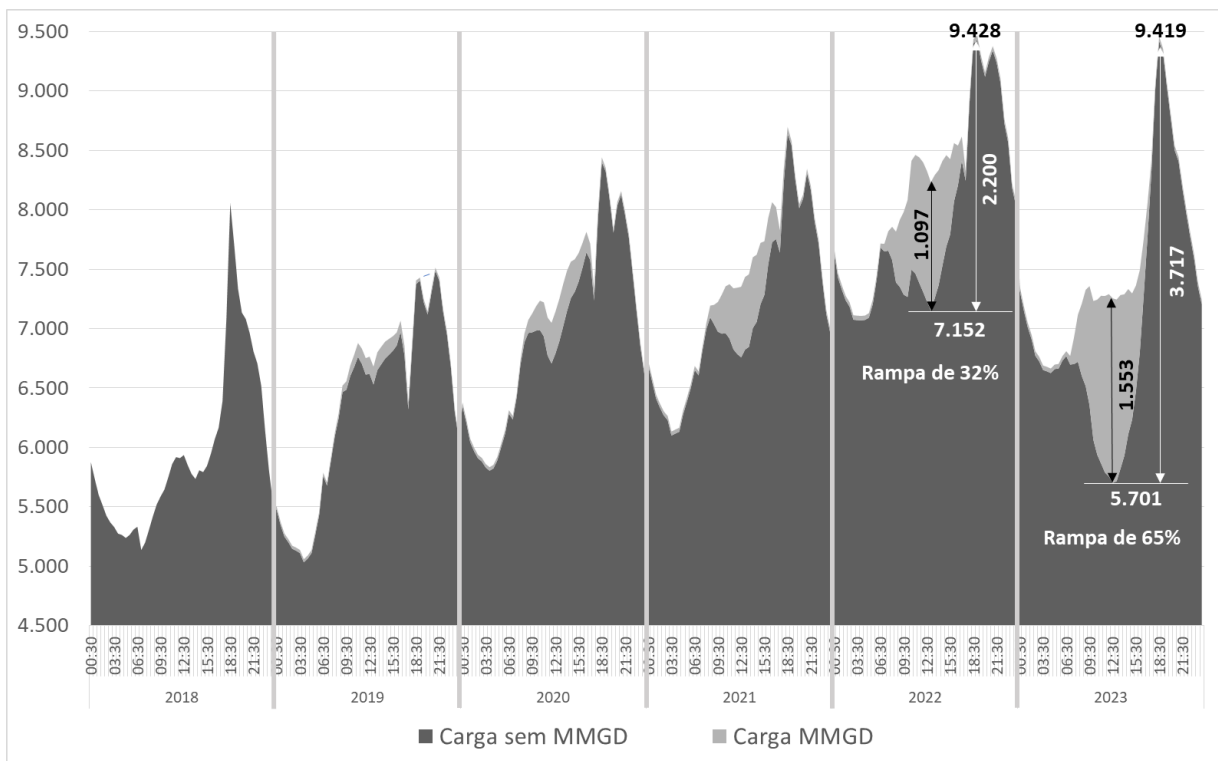
No caso brasileiro, é importante ressaltar o que dispõe o caput do art. 2º da Lei nº 10.848, de 2004 (BRASIL, 2004), que obriga as concessionárias, as permissionárias e as autorizadas de serviço público de distribuição de energia elétrica a garantir o atendimento à totalidade de seus mercados, mediante contratação regulada e por meio de leilão. A lógica desse normativo foi concebida em período anterior à concepção de MMGD no Brasil e tinha como finalidade a garantia de suprimento lastreado em contratos de geração centralizada de longo prazo. Com o avanço do mercado de geração distribuída, houve não somente a queda de receita das distribuidoras, como, também, a manutenção da obrigatoriedade de se manterem esses contratos para assegurar o suprimento nos momentos de redução de oferta da geração distribuída.

A contratação obrigatória da demanda total pelas distribuidoras é especialmente necessária no ponto de maior demanda da “curva do pato” (CAISO, 2016), em que há alto consumo e pouca disponibilidade de MMGD. A opção dos consumidores por esse regime passou a ser reconhecida como uma das causas de sobrecontratação involuntária das distribuidoras de energia por meio do art. 21 da Lei nº 14.300, de 2022 (BRASIL, 2022), normativo que também introduziu mecanismo para equacionar essa exposição. Até então, entretanto, as distribuidoras estavam sujeitas a esse custo.



A Figura 11 mostra a curva de carga, em base horária, da rede de distribuição no Estado de Minas Gerais, que detém a maior capacidade instalada de MMGD do país, no dia 1º de julho de cada ano, entre 2018 e 2023. O formato é um pouco diferente do apresentado na Figura 10, mas é possível notar uma semelhança entre os mercados. Em 2022, a variação diária da carga demandada pela rede foi de 32%, correspondente à diferença entre o ponto mais baixo de consumo de energia da rede e o valor de pico, em que quase não houve geração distribuída. Por sua vez, no ano seguinte, esse valor chegou a 65%, uma variação bastante expressiva no decorrer de um único dia. Adicionalmente, conforme se vê, embora a carga global tenha apresentado crescimento no decorrer dos anos, a demanda mínima de energia da rede registrada em 2023 foi inferior à registrada três anos antes, o que contribui para evidenciar a sobrecontratação involuntária da distribuidora de energia decorrente do crescimento de MMGD.

Figura 11 – Curva de carga da rede de distribuição em Minas Gerais em um mesmo dia (1º/jul) entre 2018 e 2023



Fonte: Elaboração própria, com dados de ONS, referentes ao período de 2018 a 2023.

O Brasil ainda possui grande capacidade de geração a partir de usinas hidrelétricas com reservatório. Isso permite que a dependência de fontes despacháveis que utilizam combustíveis de origem fóssil para regularização do fornecimento seja sensivelmente menor do

que em países que não possuem esse recurso. Entretanto, a capacidade de regularização desses empreendimentos em relação ao sistema com um todo tem caído a cada ano. Segundo dados da ONS (2022, p. 29), no horizonte dos próximos cinco anos, a energia armazenável máxima do SIN – EARmax deve permanecer estável, em 292.333 MWmês. Por sua vez, a carga apresenta uma previsão de acréscimo da ordem de 10 GWmed no mesmo período. Com isso, o grau de regularização do SIN deverá passar de 6,2 meses de estoque em 2022 para 5,3 meses em 2026. Essa redução deverá persistir nos anos posteriores, considerando que não deverá haver agregação de novas usinas com reservatório de regularização para os próximos anos (ONS, 2022).

#### **5.4. Modelos de alterações propostos pela Aneel em 2019**

Ao lançar a discussão em Consulta Pública, conforme anteriormente mencionado, a Aneel desenvolveu seis cenários diferentes, denominados de “alternativas” 0 a 5, segundo a manutenção da parcela tarifária que seria mantida na devolução ao usuário, como incentivo nos sistema de compensação de energia. Na “Alternativa 0”, não haveria mudanças em relação à política vigente. Nos cenários de 1 a 5, seriam retirados um a um os componentes tarifários denominados “Fio B”, “Fio A”, “Perdas” da TUSD, “Encargos” da TUSD e “Encargos e outros” da TE. A Figura 12 apresenta a descrição das alternativas propostas pela Aneel.

Figura 12 – Alternativas propostas pela Aneel para revisão da política de GD

Alternativa	TE		TUSD			
	0	Energia 38%	Encargos e outros 12%	Encargos 8%	Perdas 8%	Fio A 6%
1	Energia 38%	Encargos e outros 12%	Encargos 8%	Perdas 8%	Fio A 6%	Fio B 28%
2	Energia 38%	Encargos e outros 12%	Encargos 8%	Perdas 8%	Fio A 6%	Fio B 28%
3	Energia 38%	Encargos e outros 12%	Encargos 8%	Perdas 8%	Fio A 6%	Fio B 28%
4	Energia 38%	Encargos e outros 12%	Encargos 8%	Perdas 8%	Fio A 6%	Fio B 28%
5	Energia 38%	Encargos e outros 12%	Encargos 8%	Perdas 8%	Fio A 6%	Fio B 28%

Fonte: Aneel (2018a), com adaptações

No decorrer desta Consulta Pública, a Aneel publicou a Nota Técnica nº 0078/2019-SRD/SGT/SRM/SRG/SCG/SMA/ANEEL, de 7 de outubro de 2019 (ANEEL, 2019c), em conjunto com a Análise de Impacto Regulatório nº 003/2019-SRD/SGT/SRM/SRG/SCG/SMA/ANEEL (ANEEL, 2019b), por meio dos quais apresentou a proposta de revisão da Resolução Normativa nº 482, de 2012, para o sistema de compensação de energia elétrica. A minuta de Resolução anexa aos referidos documentos apresentava tratamento diferenciado entre as modalidades de geração distribuída local e geração distribuída remota.

A geração distribuída na modalidade local estaria sujeita a uma regra de transição a partir do atingimento de uma potência instalada adicional de 4,7 GW. Entre a publicação do novo normativo e o acionamento desse “gatilho”, os empreendimentos seriam faturados pela Alternativa 2 (ANEEL, 2019c, p. 4), que previa a compensação de 66% da energia gerada. Após o atingimento desse marco, os empreendimentos de MMGD local implantados após a publicação da nova norma estariam enquadrados na Alternativa 5, com 38% de compensação, conforme já mencionado.

Para a MMGD remota, os novos empreendimentos não teriam qualquer regra de transição, e seriam faturados conforme a Alternativa 5, que considerava somente a parcela de energia da TE com compensação de 38% da energia gerada, em vez dos 100% até então vigentes. Ainda segundo proposta da Agência, os empreendimentos já existentes até então passariam por um regime de transição de 10 anos, período no qual estaria em vigor a Alternativa 0, que previa 100% de compensação, e a migração total para a Alternativa 5 após esse período (ANEEL, 2019c, p. 4).

A proposta apresentada pela Aneel foi recebida sob um olhar crítico pelas entidades que representavam a geração distribuída no Brasil. Essas associações alegaram risco de se inviabilizarem investimentos e até mesmo “quebrar” todo o segmento, que, segundo elas, ainda era pequeno em comparação ao mercado consumidor total do Brasil (ABSOLAR, 2019a). Ainda de acordo com críticos da proposta, o documento não consideraria os benefícios da geração distribuída em relação ao sistema de transmissão, que, segundo eles, tanto na modalidade local como na remota propiciariam esse benefício. Conforme se verá adiante, a própria Agência havia registrado entendimento em ocasião anterior reconhecendo isso, uma vez que o sistema de transmissão receberia os efeitos do somatório das instalações de geração distribuída em uma grande área, e, por isso, estaria menos sujeito às variações que incidem sobre a distribuição (ANEEL, 2019b).

Segundo entendimento da própria Agência, a adoção da Alternativa 5, mesmo que de forma prorrogada, não seria capaz de manter a atratividade dos projetos de MMGD, considerando o elevado *payback* que passariam a apresentar. Segundo a Aneel (2019b, p. 64), “mesmo postergando a Alternativa 5 para a GD, esta tecnologia ainda teria *payback* elevado, da ordem de 23 anos, em comparação à vida útil do equipamento, da ordem de 25 anos, ou seja, não é a postergação que determinará a viabilização e atratividade da GD remota”. Nesse sentido, a proposta da Aneel teria falhado em relação a um dos princípios que nortearam a realização da Consulta Pública, que seria o de assegurar a manutenção da atratividade do setor.

Por outro lado, mesmo contribuições que defendiam a limitação da compensação de energia para geração distribuída levantaram críticas ao modelo proposto pela Aneel. A Fundação Getúlio Vargas encaminhou contribuição (CERI, 2019) à Consulta Pública nº 25, de 2019, por meio da qual ponderou que a proposta da Aneel, por manter a compensação em modalidade de tarifa monômnia, não permitiria a correta mensuração do benefício ao sistema proporcionado pela

GD. Segundo o documento, seria necessária “uma inevitável migração para um regime que aprofunda e explicita a contratação em separado dos serviços de rede e energia”, sendo mandatória, portanto, uma readequação da estrutura tarifária.

De acordo com CERI (2019), a manutenção do *net metering* na forma proposta pela Agência continuaria remunerando os usuários de MMGD sem considerar o momento e a localização da geração, o que levaria a potenciais problemas futuros. Primeiramente, de acordo com os autores, o *net metering* com tarifa fixa e volumétrica não permite resposta da demanda à variação dos preços da energia da rede. O segundo problema apontado no estudo é a dificuldade no planejamento de demanda das concessionárias (CERI, 2019). Esse argumento é recorrente entre os estudos, e a curva do pato descrita no estudo do operador de rede da Califórnia (CAISO, 2016) contribui para essa confluência, conforme será tratado adiante.

Uma das críticas que pode ser aplicada à proposta da Aneel, ainda no contexto da manutenção das tarifas volumétricas, está relacionada à redução de receita das concessionárias do serviço público de distribuição em decorrência do aumento da MMGD. A consequência disso é o aumento das tarifas como forma de assegurar o equilíbrio econômico-financeiro dessas empresas. Logo, o mecanismo tarifário produziria efeitos distributivos de natureza regressiva para os demais consumidores (CERI, 2019). Essa conclusão é confluyente com as expostas pelo TCU (2020), conforme se vê em outro trecho do presente trabalho.

Logo, é razoável concluir que a alteração proposta pela Aneel se proponha a resolver as distorções de mercado criadas pelo crescimento da MMGD a partir tão somente da redução de sua atratividade e conseqüente supressão de seu crescimento. A existência de alternativas, conforme as expostas por CERI (2019), embora exigissem maior intervenção no formato do mercado de energia elétrica como um todo, possibilitaria alocação mais eficiente dos custos e riscos envolvidos na geração, além de enviar uma sinalização mais clara aos potenciais investidores.

Nesse sentido, a manutenção do *net metering* da forma como foi proposta, mesmo com o abatimento dos percentuais de compensação, exigiria intervenções adicionais para a alocação de riscos de suprimento, considerando que a geração distribuída, que utiliza fontes variáveis, requereria fontes despacháveis complementares como forma de atribuir segurança

energética ao sistema. De acordo com o citado documento, “a comparação restrita a custos nivelados é inadequada para comparar fontes variáveis (não-controláveis) e fontes despacháveis (controláveis), pois não considera o valor da energia ao longo do tempo e não incorpora custos de integração das fontes” (CERI, 2019). Esses custos de integração das fontes envolvem os necessários investimentos para suprimento das intermitências de geração.

Por fim, releva destacar que a proposta da Aneel manteve o caráter distributivo da geração distribuída durante o período de transição aplicável à modalidade de geração local, ainda que com menor atratividade. Nesse sentido, tanto para a aplicação inicial da Resolução Normativa nº 482, de 2012, como para a proposta de seu aperfeiçoamento, convém citar CERI (2018), segundo o qual decisões com implicações distributivas pertencem ao ambiente da discricionariedade política, muito mais do que a atuação do regulador. Logo, a transferência do debate para o Congresso Nacional, conforme se verá adiante, foi uma decisão que possibilitou um foro adequado para discussão do tema.

## 5.5. Marco legal aprovado

No âmbito do Congresso Nacional, o tema acabou sendo absorvido dentro das discussões do Projeto de Lei nº 5.829, de 2019. Criado por iniciativa parlamentar, o texto propunha a transferência dos conceitos-chave e as das diretrizes políticas relacionadas à geração distribuída para a esfera legal, tornando a matéria infralegal um objeto complementar.

O Projeto de Lei nº 5.829, de 2019, foi proposto pelo Deputado Silas Câmara, enquanto no exercício da presidência da Comissão de Minas e Energia. Na ocasião, havia outros projetos em tramitação com o mesmo objeto, o que deveria acarretar o apensamento dessa matéria a alguma outra mais antiga por motivo de similaridade temática<sup>11</sup>. Apesar disso, esse projeto de lei passou a tramitar de forma independente, tendo recebido outras matérias a ele apensadas posteriormente (CÂMARA DOS DEPUTADOS, 2019). Essa precedência da matéria frente às outras mais antigas constitui forte evidência do papel do autor como *agenda holder* do setor de

---

<sup>11</sup> Nos termos dos arts. nos artigos 139 (inciso I), 142 (*caput*) e 143 (inciso II, alínea “b”) do Regimento Interno da Câmara dos Deputados.

energia, que seria, no conceito citado por Silva e Araújo (2013), o parlamentar que “centraliza articulações políticas entre os demais parlamentares, o Poder Executivo e representantes do empresariado e da sociedade civil organizada, em atuação que tende a ter repercussões relevantes nos textos legais produzidos”. Esse entendimento é reforçado pelo cargo que exercia no período de apresentação da matéria.

Segundo informações sobre a tramitação da matéria (CÂMARA DOS DEPUTADOS, 2019), o primeiro relator na CME apresentou três versões de substitutivo ao projeto original, evidenciando esforços para buscar texto consensual, que acabou não sendo construído. Posteriormente, a matéria foi classificada para tramitação em regime de urgência, passando a ser apreciada em Plenário, momento em que foi designado um novo relator. Em dezoito meses de tramitação, foram apresentados 11 substitutivos ao texto original. Esse perfil de tramitação, aliado a trechos extraídos das discussões, sugerem a ocorrência de intensos debates sobre o tema, pontos de estrangulamento e tensão entre os agentes componentes da arena, além de considerável dificuldade para se chegar a um acordo.

Ainda em alinhamento com os conceitos apresentados por Silva e Araújo (2013), é possível afirmar que a dificuldade de conciliação e a intensidade dos debates em torno do Projeto de Lei nº 5.829, de 2019, sugerem dificuldades na conversão de *agenda holders* em *policy broker*, o parlamentar que atua amenizando o grau de conflito entre os diversos atores políticos, e que tende a ser mais bem-sucedido em razão da menor resistência gerada sobre as lideranças dos diferentes espectros ideológicos. Nesse cenário, os *agenda holders* parecem atuar fortemente representando grupos de interesse específicos, com comprometimento do papel de *policy brokers* nesse processo. Conforme proposto pelos autores, a atuação como *agenda holders* enviesados em determinado tema afastam o parlamentar do papel de conciliador, o que dificultou a construção de um texto consensual apto a ser aprovado e se materializar em lei. Entretanto, apesar das dificuldades apresentadas, em agosto de 2021, foi aprovada uma versão final do substitutivo na Câmara dos Deputados (2021), e a matéria foi encaminhada para apreciação no Senado Federal.

A redação final da referida matéria, sancionada posteriormente na forma da Lei nº 14.300, de 6 de janeiro de 2022, estabelece que prossumidores registrados até a publicação da lei, ou que solicitassem ingresso no sistema em até 12 meses após essa data, permaneceriam com o mesmo sistema de compensação até o final de 2045. Para os novos entrantes, foi instituída uma

regra de transição com duração de seis anos, com variação crescente de 15% a cada ano, do pagamento de custos associados à remuneração dos ativos do serviço de distribuição, à quota de reintegração regulatória (depreciação) dos ativos de distribuição e ao custo de operação e manutenção do serviço de distribuição. Ao final da transição, as unidades participantes do SCEE ficarão sujeitas às regras tarifárias estabelecidas pela Aneel para as unidades consumidoras com microgeração ou minigeração distribuída.



## **6. A ABORDAGEM DE VEDUNG APLICADA AO SCEE**

De acordo com Vedung (1997), a avaliação é uma técnica de gestão de organizações públicas em que há seleção e afinação dos problemas a serem examinados. Também devem ser consideradas as questões a serem perguntadas, os dados que serão colhidos e as análises que necessitam serem feitas. Nesse sentido, segundo se depreende da leitura do autor, os problemas dão identidade à avaliação, muito mais do que os modelos ou metodologias empregados.

Entre os oito problemas de Vedung, buscamos elaborar um roteiro para a avaliação da política, abordando somente aqueles que permitiriam orientar os trabalhos da pesquisa. Conforme anteriormente mencionado, entendemos que o uso de todos os problemas apresentados pelo autor seriam mais adequados a uma meta-avaliação, mas não permitiria conduzir uma avaliação de política pública na forma como pretendida nesse trabalho. Nesse sentido, desenvolvemos a pesquisa em torno de cinco dos oito problemas, que serão tratados no decorrer deste capítulo: análise de intervenção, conversão, impacto, critério e resultado.

### **6.1. O problema da análise de intervenção**

O problema da análise de intervenção é tratado por Vedung (1997) a partir de como deve ser caracterizado e descrito o objeto da avaliação, que seria a intervenção governamental. Para o autor, deve-se responder se o objeto da avaliação é considerado um meio ou uma entidade independente. O objeto da avaliação é o sistema de compensação de energia elétrica, principal intervenção governamental que viabilizou o incentivo à geração distribuída. A Aneel, no decorrer da elaboração do ato normativo que o instituiu, declarou que o objetivo da política seria o de incentivar a geração distribuída de pequeno porte a partir de fontes renováveis de energia conectada à rede de distribuição (ANEEL, 2010). Esse sistema pode ser considerado um meio para viabilizar a expansão da geração distribuída, que, por sua vez, possibilitaria o aumento da participação de fontes menos poluentes na matriz elétrica brasileira.

Desse objetivo, segundo a Agência, decorreriam desdobramentos vantajosos para o setor elétrico e para a própria sociedade. A política em análise é um meio pelo qual se pretendia elevar a participação de energias renováveis na matriz elétrica brasileira, reduzir a dependência de

geração centralizada e incentivar produção nacional de tecnologia aplicada aos sistemas de geração. Enumera a Aneel (2010) os seguintes objetivos adicionais: i) economia na expansão da geração centralizada a partir de investimento privado realizado pelo consumidor; ii) economia na expansão, operação e manutenção dos sistemas de transmissão e distribuição decorrente do aumento de suprimento próximo à carga, bem como alívio da capacidade dos equipamentos; iii) melhoria no balanço elétrico pelo lado da demanda, proporcionando equilíbrio de preços e melhoria na sustentabilidade financeira dos agentes; iv) redução da dependência dos custos não gerenciáveis por uso de combustíveis fósseis, proporcionando maior segurança energética; e v) redução de emissões de gases de efeito estufa. Cada um desses objetivos secundários constitui fundamento para os objetivos principais.

A escolha da política tarifária adotada foi objeto de Consultas Públicas para coleta de contribuições da sociedade acerca dos desafios regulatórios enfrentados para a elaboração do normativo (ANEEL, 2010). O conceito de tarifa remete à remuneração das atividades prestadas direta ou indiretamente pelo Estado na prestação dos serviços públicos. Segundo define Carvalho (2016), política tarifária pode ser definida “como o conjunto de medidas, regras e normas estabelecidas pelo poder público que delimitam a forma de financiamento da operação desses sistemas e a cobrança de contrapartida financeira por parte dos usuários”. A política tarifária é, portanto, definida pelo Estado e se refere à contrapartida fornecida pelos usuários por determinado serviço regulado.

Conforme CERI (2019), a “eficiência econômica recomenda que a escolha do mecanismo de compensação seja baseada no contexto de cada sistema elétrico, realidade econômica do país e dos objetivos almejados; portanto, não há instrumento ótimo e único para todos.”. Nesse sentido, a mera reprodução de modelos adotados em outros mercados pelo mundo, por mais consagrado que fossem, poderia resultar em uma escolha inadequada para a realidade do setor elétrico brasileiro. Seguindo essa premissa, a referida consulta possibilitaria coletar contribuições da sociedade com o intuito de elaborar um normativo condizente com a realidade nacional.

A política tarifária foi, portanto, o instrumento por meio do qual se implantou a política pública em questão. O SCEE possibilitou uma modalidade tarifária diferenciada para o consumidor que se enquadrasse em seus requisitos. O mecanismo permite que, caso a energia

injetada na rede seja superior à consumida, essa diferença se converta em créditos para o consumidor, que podem ser consumidos nos momentos em que a energia consumida seja superior à gerada. Os créditos mencionados possuem validade por um período de sessenta meses.

A conversão em créditos de energia do montante produzido pela unidade consumidora é um incentivo importante na caracterização da política, tendo em vista que as fontes renováveis possuem uma intermitência que impossibilita o fornecimento regular de energia para a unidade consumidora. Nesse sentido, caso não houvesse essa modalidade, o consumidor precisaria investir em um sistema de armazenamento de energia elétrica para assegurar o fornecimento firme que atendesse sua demanda sem utilizar a rede elétrica de distribuição. A dispensa desses equipamentos propiciada pela modalidade *on grid* reduz os custos de instalação de uma unidade de geração distribuída.

Alguns autores afirmam que o *net metering* por si não constitui subsídio entre os consumidores. Conforme menciona Poullikkas (2013), a adoção do mecanismo de *net metering*, embora possibilite aumento de oferta de energia, não dispensa a concessionária de investir em rede de distribuição, uma vez que precisa atender aos novos clientes, e esse investimento naturalmente é custeado pelos demais consumidores por meio da tarifa. Dessa forma, segundo seu raciocínio, os clientes são onerados pelos efeitos do *net metering* não mais do que subsidiam a expansão da rede para atendimento de novos entrantes no sistema de distribuição.

Os beneficiários da política pública em questão oferecem um bem que agrega valor ao sistema em valor inferior ao que recebem em contrapartida. Em estudo sobre o tema, TCU (2020) concluiu que os componentes tarifários que não são remunerados pelos consumidores de geração distribuída devem ser suportados pelos demais consumidores que não possuem essa modalidade de geração, dinâmica econômica que caracterizaria subsídio cruzado. Essa conformação, portanto, resultaria em elevação das tarifas pagas pelos demais consumidores. Ainda segundo esse estudo, a concessão de créditos ao consumidor enquadrado no SCEE também se caracteriza como um benefício que precisa ser subsidiado pelos demais consumidores.

Adicionalmente, o TCU (2020) concluiu que o sistema de compensação se estruturou como uma diferenciação tarifária que estabeleceu subsídio cruzado de natureza regressiva em termos de distribuição de renda entre os consumidores que possuem sistemas de micro ou minigeração distribuída e os demais consumidores, em prejuízo desses últimos. Logo, a

partir de uma política tarifária que implantou um subsídio cruzado entre os usuários, foi criado um ambiente de mercado que tornou financeiramente viáveis os projetos de geração descentralizada de energia elétrica.

A afirmação do TCU e a evolução histórica do processo que resultou a estruturação da geração distribuída permitem um olhar sobre as classificações de Lowi (1966) para políticas públicas. Seguindo conceitos do autor, é possível aproximar essa política pública ao conceito de distributiva. Conforme discutido anteriormente, Lowi utiliza como critérios de classificação para políticas públicas i) o impacto na sociedade e ii) o espaço onde se dão as negociações dos conflitos gerados.

No contexto do impacto, as políticas distributivas envolvem um grupo sendo beneficiado e o restante da sociedade como afetado, que Lowi tratou como benefícios concentrados e custos difusos. No caso em questão, conforme se depreende da leitura do TCU, os usuários do serviço público de distribuição de energia são divididos entre os prosumidores, que são os beneficiários, e os demais consumidores não beneficiários que correspondem aos financiadores. Considerando que o alcance do serviço público de distribuição de energia é bastante amplo e contempla percentual expressivo de toda a população, é possível classificar esses custos como difusos.

É possível afirmar que a descrição de Lowi se aplicou parcialmente no contexto histórico de desenvolvimento da política. Em primeiro momento, a política foi criada por agência do Poder Executivo, que, anos depois, buscou reduzir os benefícios para permitir melhor ajuste ao sistema (ANEEL, 2019b). Entretanto, o órgão regulador não conseguiu concretizar as alterações que julgou necessárias e o Congresso assumiu a tarefa de normatizar a política, que resultou na aprovação da Lei nº 14.300, de 2022. As alterações introduzidas pelo texto legal são próximas da Alternativa 1 da Consulta Pública (ANEEL, 2019b), que foi a opção com menores alterações entre as disponibilizadas pelo órgão.

Esse processo pode ser explicado, em parte, na leitura de Raskin (2013) a respeito da evolução da regulamentação de geração distribuída. Para esse autor, o aumento do número de beneficiários do SCEE dificulta a mudança de regras em momento futuro, uma vez que os novos entrantes desejam as mesmas condições oferecidas aos seus vizinhos. Nesse sentido, a demora no tratamento das consequências dos subsídios pode impedir que ocorram necessários

aperfeiçoamentos. O autor cita o caso alemão, marcado pela concessão de subsídios à geração distribuída desde 1991 (FGVCEs, 2018, p. 21). Raskin (2013) argumenta:

*What may appear politically attractive in its early stages can quickly become a regulatory and political quagmire, as the Germans are learning (...). Over the long term, any required unwinding of the utility-owned grid due to distributed generation will be extraordinarily complex and will raise many novel and intractable legal and policy issues.*

A dificuldade prevista por Raskin se evidenciou durante os procedimentos implantados pela agência reguladora com o intuito de alterar o normativo (ANEEL, 2019b). Diante da possibilidade de reduzir os benefícios oferecidos aos prosumidores, os agentes interessados na continuidade do programa nos moldes originais encamparam campanha que chegou a apoio do então Presidente da República (O GLOBO, 2020).

Importante mencionar que, durante o processo de implantação da política, a pesquisa documental sobre a Consulta Pública nº 15, de 2010 (ANEEL, 2010), não resultou em qualquer questionamento por parte dos agentes quanto à competência legal da Agência reguladora para instituição do SCEE. Entretanto, conforme pode ser visto na Consulta Pública nº 25/2019, o argumento da suposta incompetência legal para alteração normativa foi utilizado com o intuito de impedir que a Aneel levasse adiante o procedimento para redução dos subsídios aplicados (ANEEL, 2019b).

## **6.2. O problema de conversão**

O problema da conversão, para Vedung (1997), refere-se à compreensão de como se dá a execução entre a iniciação formal da intervenção e os produtos finais. Conforme mencionado anteriormente, a remuneração média dos agentes de geração centralizada, distinta da geração distribuída, corresponde a cerca de 38% da tarifa. O *net metering* permite a restituição por compensação de 100% do valor aplicado à tarifa considerando o modelo atualmente vigente. Essa configuração tarifária, conforme visto, permite que o *payback* dos projetos chegue a ser inferior a cinco anos (FGVCEs, 2018, p. 39), enquanto o tempo de vida médio dos equipamentos ultrapassa 25 anos.

De acordo com Aneel (2010), o SCEE possibilitou o ambiente regulatório necessário para a expansão da geração distribuída no Brasil. O normativo possibilitou a instalação de sistemas de geração *on grid*, ou seja, que podem ser conectados à rede de distribuição enquanto operam. Essa flexibilidade possibilitou redução importante no tempo de retorno sobre o investimento dos sistemas de micro e minigeração de energia.

Os custos com a instalação de sistemas de armazenamento de energia requeridos para viabilizar um sistema *off grid* autônomo podem elevar o custo total do projeto entre 100% e 120% quando comparado à solução *on grid* (LIMA, 2017). Adicionalmente, segundo esse autor, o sistema de armazenamento baseado em banco de baterias requerido nesses sistemas requer manutenção financeiramente onerosa e possui vida útil de aproximadamente cinco anos, consideravelmente inferior ao dos demais equipamentos necessários à geração distribuída.

A condição regulatória propiciada pela diferenciação tarifária possibilitou a redução expressiva no montante financeiro a ser despendido na aquisição dos sistemas de micro e minigeração de energia elétrica e a eliminação de um fator de risco de retorno considerável representado pelo sistema de armazenamento. A diferença entre o tempo de vida útil dos equipamentos voltados à MMGD e o *payback* desses sistemas possibilitou cerca de duas décadas de fornecimento de energia a partir do pagamento somente dos custos de disponibilidade da rede. Esse incentivo econômico, aliado a outros fatores como um cenário de elevação progressiva nas tarifas de energia, como veremos adiante, constituíram atrativo para o crescimento do número de usuários do SCEE.

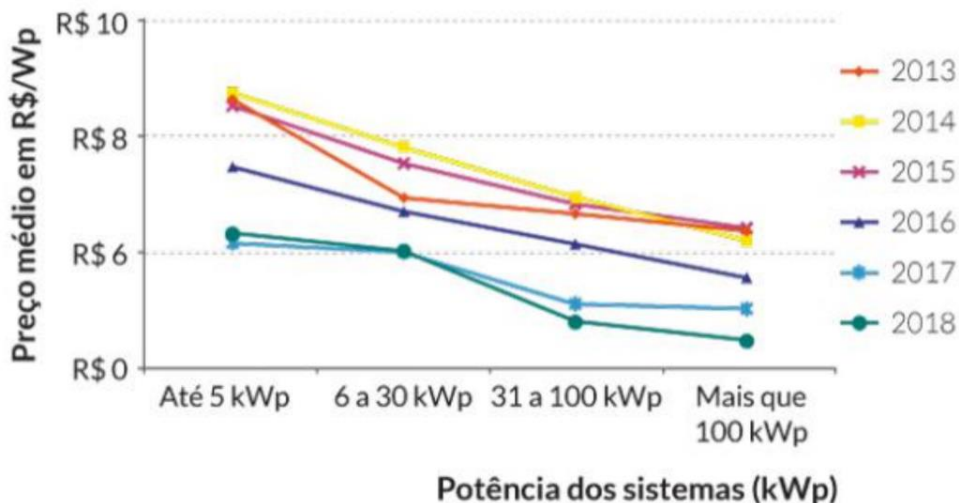
### **6.3. O problema do impacto**

Conforme anteriormente mencionado, Vedung (1997) define que a análise do problema do impacto envolve enumerar e avaliar quais contingências, tais como fatores causais, forças causais operacionais, explicam os resultados. Nesse sentido, entendemos que os fatores externos que impactam na implementação da política, conforme se depreende da experiência internacional relatada e da literatura que se apresentará, envolvem custos de equipamentos, tarifas de energia, tributação e linhas de financiamento.

### 6.3.1. Custos dos equipamentos

No decorrer da vigência do SCEE, houve significativo barateamento dos equipamentos relacionadas à geração de energia elétrica fotovoltaica, em decorrência do aumento de disponibilidade tecnológica. Estudo do Instituto para o Desenvolvimento de Energias Alternativas na América Latina (IDEAL, 2019) mostra a evolução dos preços médios dos sistemas de geração fotovoltaica (Figura 13). Conforme pode ser visto, sistemas residenciais de menor porte (até 5 kWp) tiveram queda de preços superiores a 30% em um intervalo de seis anos, enquanto o custo de sistemas maiores apresentou queda percentualmente ainda mais expressiva no mesmo período.

Figura 13 – Preços de Sistemas Fotovoltaicos por Faixa de Potência

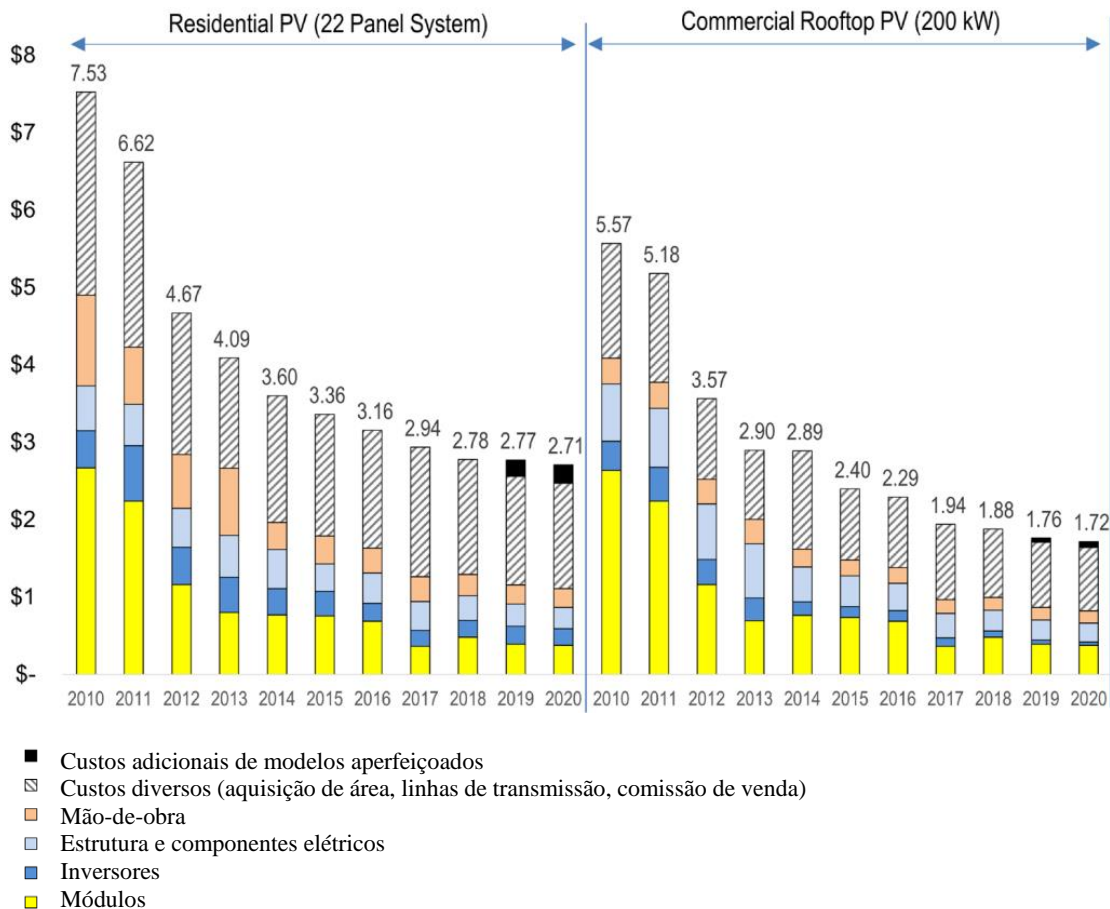


Fonte: Ideal (2019, p. 29)

É correto afirmar que se trata de uma tendência mundial, e que deve perdurar pelos próximos anos, conforme se depreende da leitura de Gulagi e Ram (2022), segundo os quais na última década os custos de painéis fotovoltaicos e de baterias caíram rapidamente em cerca 70-80%, e a expectativa é que essa tendência se mantenha durante o período de transição energética, considerando os índices históricos de tecnologias de energias renováveis. Segundo documento elaborado pelo Centro de Estudos em Sustentabilidade da Escola de Administração de Empresas de São Paulo da Fundação Getulio Vargas (FGV CES, 2018), de acordo com projeções da *Bloomberg New Energy Finance* (BNEF), o custo da energia solar fotovoltaica por megawatt-hora (MWh), se reduzirá 66% entre 2017 até 2040. A Figura 14 apresenta evolução de preços no

mercado americano, demonstrando tratar-se de uma tendência mundial. Em dez anos, o custo médio de instalação de sistemas residenciais, por unidade de potência de capacidade instalada, caiu de US\$ 7,53 para US\$ 2,71 (-64%), enquanto o custo o prosumidor de perfil comercial caiu de US\$ 5,57 para US\$ 1,72 (-69%), sobretudo em razão da queda de preços de módulos e inversores.

Figura 14 – Custo médio de sistemas residenciais e comerciais de geração fotovoltaica nos Estados Unidos (US\$/W)



Fonte: NREL (2021, p. 8)

É intuitiva a relação entre a queda de preços de equipamentos e a redução de *payback* dos projetos de geração solar fotovoltaica, entendimento que também é registrado FGVces (2018). O barateamento dos equipamentos exerceu forte influência para a queda do tempo médio de retorno sobre o investimento, contribuindo para aumentar a atratividade dos sistemas de geração fotovoltaicos e tornando-os mais acessíveis a usuários com menor poder aquisitivo, o que ampliou a base de potenciais usuários.

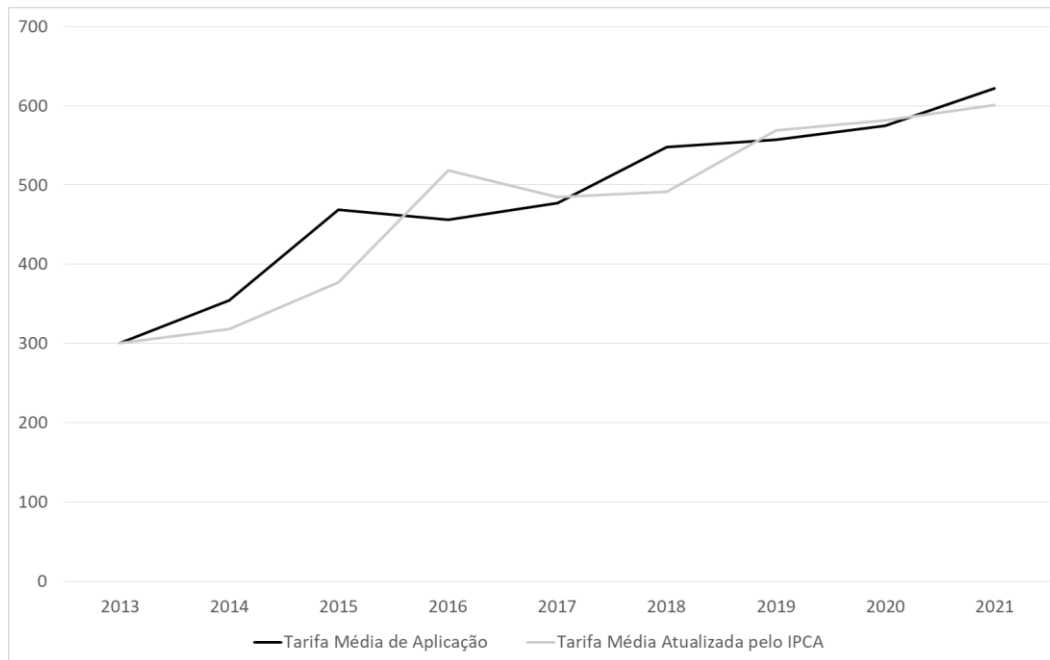


### 6.3.2. Tarifas de energia

De acordo com a FGVces (2018), que realizou análise de sensibilidade entre o valor da tarifa praticada pela distribuidora e o *payback* dos projetos de geração distribuída, uma alteração de 20% na tarifa da distribuidora impactaria em um e dois anos, de forma inversamente proporcional, no tempo de retorno do investimento. Isso implica afirmar que, quanto maior a tarifa praticada, maiores as vantagens no ingresso no SCEE.

Segundo dados extraídos da Aneel (2022), a tarifa de energia elétrica tem se elevado acima da inflação na maioria das distribuidoras do País. O Figura 15 apresenta comparativo entre a evolução da tarifa média de aplicação das concessionárias e permissionárias de distribuição de energia elétrica, comparada com a projeção estimada de evolução caso seguisse o IPCA. Em algumas distribuidoras com grande base de clientes, como a Light (RJ), Enel (RJ) e Eletropaulo (SP), o aumento tarifário foi consideravelmente superior à inflação registrada no período.

Figura 15 – Comparativo entre a tarifa média aplicada e o IPCA



Fonte: Elaboração própria, com dados de Aneel (2022) e IBGE (2022)

De acordo com Leal (2021), a elevação das tarifas está ligada à necessidade de remunerar custos decorrentes de geração termelétrica, mais onerosa do que a hidrelétrica, em razão da redução de disponibilidade de geração hidrelétrica ao longo dos anos. Conforme já mencionado

no presente trabalho, o crescimento da geração termelétrica, decorrente da diminuição de disponibilidade hídrica, tende a provocar o crescimento dos custos globais de geração centralizada.

### 6.3.3. Tributação

Os tributos incidentes em GD incluía originalmente PIS, COFINS e ICMS, e o montante total gerado estava sujeito à cobrança, considerando que há produção de energia no processo, além de movimentação bilateral desse insumo nas diferentes horas do dia. No caso dos dois primeiros tributos, após a aprovação da Lei nº 13.169, de 2015, nos termos de seu art. 8º, a energia injetada na rede recebeu isenção.

No que tange ao ICMS, houve necessidade de deliberação pelo Conselho Nacional de Política Fazendária (CONFAZ), órgão colegiado presidido pelo Ministro de Estado da Fazenda e formado pelos Secretários de Fazenda dos Estados e do Distrito Federal, e que possui competência para celebrar convênios para benefícios fiscais do ICMS. Em 2015, ele celebrou o Convênio Confaz nº 16, de 2015 (CONFAZ, 2015), cujo objetivo foi conceder isenção do ICMS incidente sobre a energia elétrica fornecida pela distribuidora à unidade consumidora, na quantidade correspondente à soma da energia elétrica injetada na rede de distribuição pela mesma unidade consumidora com os créditos de energia ativa originados na própria unidade consumidora no mesmo mês, em meses anteriores ou em outra unidade consumidora do mesmo titular. Logo, o ICMS passou a incidir somente sobre o consumo líquido, correspondente à diferença entre o total consumido e o fornecido à rede, ressalvado o valor correspondente à manutenção do sistema. Essa medida constituiu importante incentivo adicional para assegurar a atratividade dos projetos de geração distribuída.

Importante mencionar que os equipamentos dedicados à MMGD receberam incentivos fiscais relativos à isenção de imposto de importação. O Comitê de Gestão da Câmara de Comércio Exterior (GECEX) publicou diversas resoluções, tais como as de nº 15/2020, 282/2021 e 283/2021, que alteraram para zero por cento as alíquotas do Imposto de Importação incidentes sobre produtos utilizados em geração distribuída, incluindo painéis e inversores.

#### 6.3.4. Linhas de financiamento

A respeito dos efeitos da disponibilidade de crédito, convém mencionar que a possibilidade de financiar os projetos permite a diluição dos custos de instalação em substituição total ou parcial da remuneração tarifária devida às concessionárias pelo montante total de energia fornecida. De acordo com estudo da FGVces (2018), o tempo de *payback* dos projetos de geração distribuída seriam superiores ao usualmente praticado por instituições financeiras, uma vez que prazos superiores a cinco anos não se encaixariam em seus modelos de negócios. Adicionalmente, segundo o mesmo estudo, a garantia oferecida pelo beneficiário para a operação de crédito tende a ser o próprio equipamento. Esse não é um bom instrumento de garantia, tendo em vista que, mesmo em caso de inadimplência do cliente, haveria dificuldades na retirada dos equipamentos em razão de direitos de propriedade, além de não existir mercado secundário amadurecido para esses produtos, o que dificultava a execução da garantia creditícia.

Por outro lado, o mesmo estudo da FGVces (2018, p. 39) concluiu que o *payback* médio de projetos de geração distribuída cresce entre um e dois anos em relação àqueles que não requerem esse tipo de financiamento. Mesmo com esse impacto, o *payback* permanece consideravelmente abaixo do tempo de vida útil dos equipamentos, representando entre 20 e 34% deste prazo. Logo, é razoável afirmar que as operações de crédito constituem importante viabilizador para as operações, considerando que, mesmo esejando o pagamento de juros, os projetos continuariam tendo atratividade econômica.

Considerando esse cenário, convém mencionar o emprego de sistemas de financiamento a partir de recursos subsidiados. O BNDES passou a disponibilizar linhas com juros subsidiados para aquisição de equipamentos de geração distribuída voltados para diversas faixas de consumo. Por sua vez, destaca-se também os Planos Safra, elaborados pelo Governo Federal, e que têm expandido a cada ano a disponibilidade de recursos para financiamento de sistemas de geração de energia a partir de fontes renováveis por parte do produtor rural. O Plano Safra 2022-2023 (BRASIL, 2022c) prevê a incorporação do uso de energia solar em geração distribuída em cinco de seus programas de financiamento, totalizando R\$ 40 bilhões de oferta de crédito, não exclusivos para a geração de energia: i) Programa Agricultura de Baixo Carbono - ABC+ (BRASIL, 2022c, p. 20); ii) Programa de Desenvolvimento Cooperativo para Agregação de Valor à Produção Agropecuária - Prodecoop (BRASIL, 2022c, p. 23); iii) Programa de Incentivo à

Inovação Tecnológica na Produção Agropecuária - Inovagro (BRASIL, 2022c, p. 25); iv) Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar - Pronaf; e v) Programa Nacional de Apoio ao Médio Produtor Rural - Pronamp.

#### 6.4. O problema do critério

Conforme Costa e Castanhar (2003, p. 973), a escolha dos critérios deve depender do que se deseja privilegiar na avaliação. Os autores listam entre os mais comuns a eficiência, a eficácia, o impacto (efetividade), a sustentabilidade, a análise custo-efetividade, a satisfação do usuário e a equidade. Por sua vez, Trevisan e Bellen (2008, p. 536) explicam a importância da avaliação no ciclo das políticas públicas, enumerando critérios específicos de avaliação, citando normativo da OCDE. “O Comitê de Assistência ao Desenvolvimento da OCDE assinala que o propósito da avaliação é determinar a pertinência e alcance dos objetivos, a eficiência, efetividade, impacto e sustentabilidade do desenvolvimento”. O item “alcance de objetivos” se aproxima do conceito de “eficácia” listado por Costa e Castanhar (2003).

Considerando a confluência dos autores em enumerar os critérios, e buscando enquadrar o presente estudo à política pública ora tratada, entendemos importante a adoção dos critérios a seguir expostos.

- **Eficácia.** A eficácia é a medida do grau em que o programa atinge os seus objetivos e metas (COSTA e CASTANHAR, 2003, p. 973). Por sua vez, Meneguim e Silva (2017) apresentaram de que forma devem ser utilizados critérios para avaliar os impactos de um ato normativo. Para os autores, é eficaz se o texto está formulado para que os objetivos sejam alcançados.

- **Eficiência e análise de custo-efetividade.** Eficiência é um termo originado nas ciências econômicas que significa a menor relação custo/benefício possível para o alcance dos objetivos estabelecidos no programa (COSTA e CASTANHAR, 2003, p. 973). Meneguim e Silva (2017) apresentam definição bastante similar ao definirem que uma norma é eficiente se os benefícios dela oriundos compensam os custos impostos por ela, além de serem os menores possíveis. Por sua vez, a análise de custo-efetividade para Costa e Castanhar (2003, p. 973) é similar

à ideia de custo de oportunidade e ao conceito de pertinência. Julgamos conveniente avaliar esses dois critérios conjuntamente, sob diferentes prismas, considerando os principais objetivos da política, que correspondem às questões ambientais e setoriais.

- **Sustentabilidade:** Segundo novamente Costa e Castanhar (2003, p. 973), o critério de sustentabilidade mede a capacidade de continuidade dos efeitos benéficos alcançados através do programa após o seu término.

- **Satisfação do usuário:** De acordo com Costa e Castanhar (2003, p. 973), a satisfação do usuário avalia sua atitude em relação à qualidade do atendimento que está obtendo do programa. Preliminarmente, não foram encontrados estudos que tenham dedicado algum espaço para aferição da satisfação dos usuários finais a respeito do programa. Há, por outro lado, alguns registros de reclamações reiteradas quanto a supostos embargos opostos pelas concessionárias de serviço público de distribuição de energia elétrica em acolher novos pedidos de usuários para ingresso no SCEE (IDEAL, 2019). Ou seja, a causa de insatisfação obtida na pesquisa refletiu as dificuldades enfrentadas para admissão de novos entrantes.

- **Equidade:** Para o critério de equidade procura avaliar o grau em que os benefícios de um programa estão sendo distribuídos de maneira justa e compatível com as necessidades do usuário (COSTA e CASTANHAR, 2003, p. 973).

## 6.5. O problema dos resultados

Segundo o roteiro da obra de Vedung (1997), o problema dos resultados é o que concentra a avaliação global da política, discorrendo sobre os produtos, tanto imediatos como intermediários e finais, decorrentes da intervenção governamental em análise. A pesquisa adotou os critérios definidos no item anterior para avaliação dos resultados, e, a partir deles, buscou-se empreender uma *comprehensive evaluation* sobre a política.

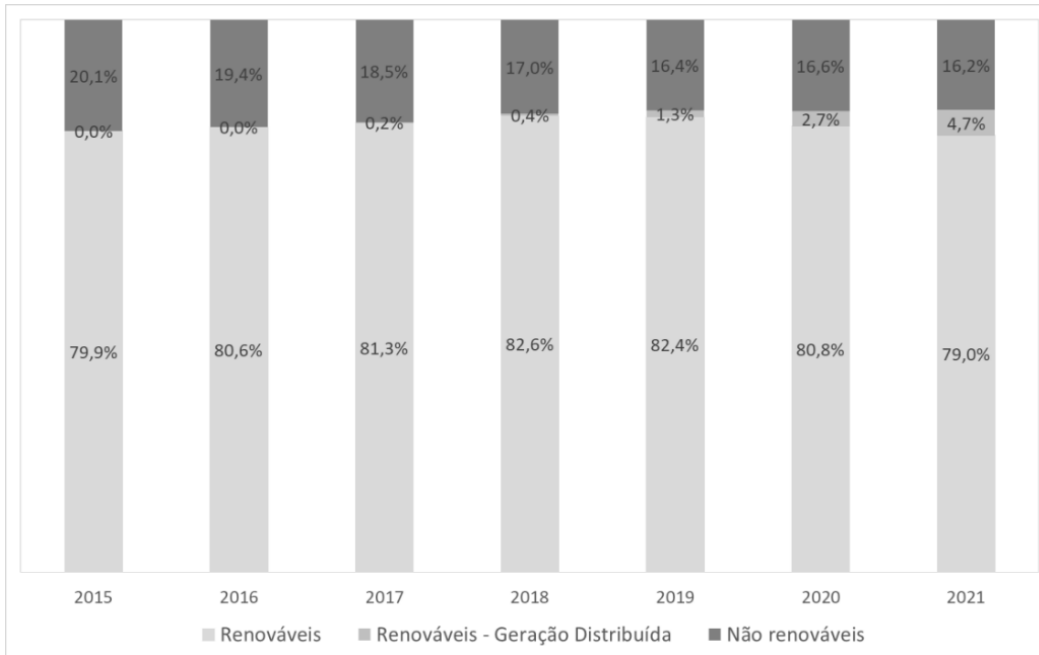
### 6.5.1. Eficácia

Resgatando os objetivos do ato normativo que instituiu do SCEE, o principal foi a expansão da geração distribuída de energia. A esse respeito, podemos verificar que os números

relacionados ao desempenho dessa modalidade são bastante expressivos. A Figura 17 (página 70 deste trabalho) mostra a evolução da capacidade instalada nessa modalidade desde 2015, expressa em MW. Para efeitos de comparação, a potência instalada em MMGD ultrapassou, em 2022, a da usina hidrelétrica de Itaipu, que corresponde a 14 GW.

Outro objetivo que se pretendia atingir estava relacionado ao aumento da participação das fontes renováveis na matriz elétrica brasileira. A esse respeito, a Figura 16 mostra que essa participação das fontes renováveis passou por expansão e avançou sobre a fatia das energias não renováveis, em decorrência sobretudo da capacidade instalada em geração distribuída.

Figura 16 – Participação da capacidade instalada de geração de energia elétrica na matriz elétrica brasileira

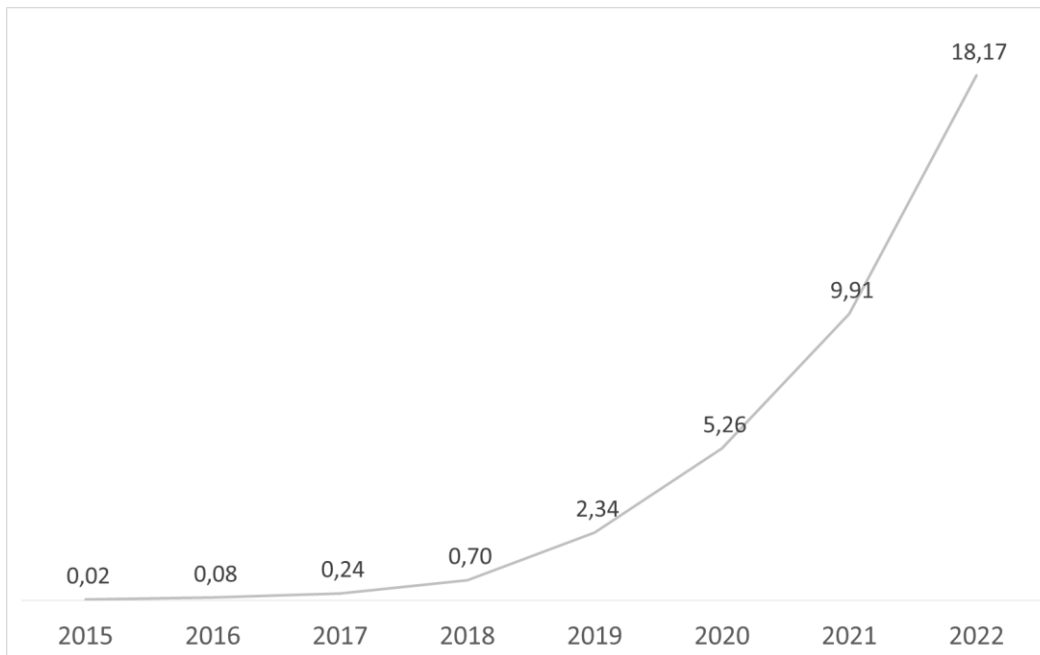


Fonte: Elaboração própria, com dados de EPE (2022)

Nesse sentido, em termos de atingimento dos principais objetivos da política pública, há evidências importantes que atestam seu êxito, ainda que haja a interferência de outros fatores. Conforme já tratado, seria pouco provável haver expansão de geração distribuída sem a existência do sistema de compensação adotado ou de outra política tarifária voltada a essa finalidade. Logo, a expansão da MMGD possui relação direta com a implantação do SCEE, mesmo que reconhecendo a existência de outros fatores envolvidos nessa expansão.

Segundo o voto da Diretoria da Aneel (ANEEL, 2015a, p. 5), que aprovou alteração na Resolução sobre o SCEE, entre os cenários previstos, aquele que continha a maior expansão da geração distribuída, na ocasião, indicava 200 mil unidades consumidoras em 2019, com capacidade instalada de cerca de 0,50 GW. Entretanto, a potência instalada fechou o citado ano com 2,34 GW (ANEEL, 2023b), valor 470% superior ao da previsão mais otimista. Conforme pode ser observado no gráfico seguinte, os crescimentos anuais da potência instalada foram ainda mais expressivos, fazendo com que a estimativa esperada pela Aneel fosse antecipada em mais de um ano. A Figura 17 mostra a evolução temporal da potência instalada.

Figura 17 – Evolução de potência instalada, em GW, de Mini e Microgeração Distribuída



Fonte: Elaboração própria, com dados de Aneel (2023)

Entre os resultados esperados decorrentes da difusão da geração distribuída, conforme mencionado anteriormente, estaria a suposta economia na expansão, operação e manutenção dos sistemas de transmissão e distribuição decorrente do aumento de suprimento próximo à carga, bem como alívio da capacidade dos equipamentos. Sobre esse tema, o TCU (2020) ponderou que, por ser baseada em fontes intermitentes, a geração distribuída exige custos de melhorias na rede de transmissão e distribuição. O *net metering* causa, portanto, uma realocação de custos dos sistemas de transmissão e distribuição para os usuários que não estão inseridos no sistema de compensação de energia elétrica. Entretanto, os prossumidores continuam a depender

do serviço de distribuição de energia, tanto para uso em *backup* como para suplemento de carga, considerando a intermitência de seu sistema e ausência de sistema de armazenamento.

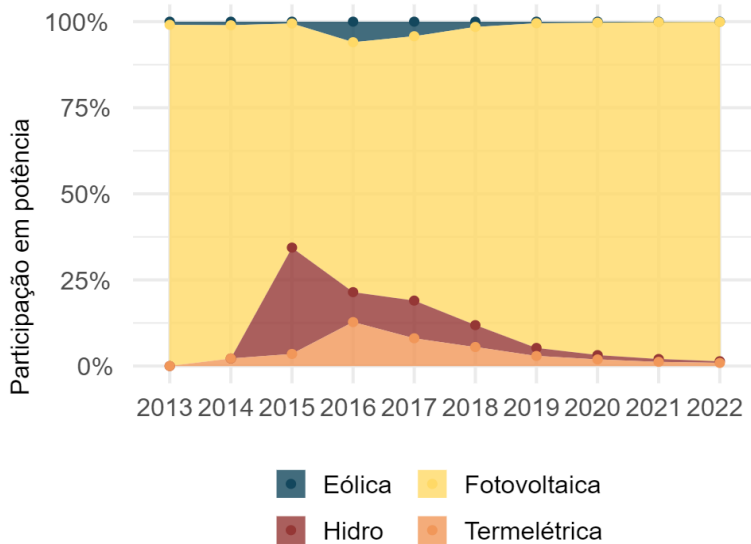
A respeito disso, convém citar publicação da Aneel (2019b), segundo a qual os efeitos da MMGD nas redes de transmissão, responsável pelo transporte da energia a longas distâncias, e distribuição, responsável pelo tráfego local de energia, são bastante distintos. No âmbito da distribuição, as redes devem suportar a ausência súbita de geração decorrente da intermitência da geração distribuída. Nesse sentido, a rede deve assegurar suprimento mesmo com a indisponibilidade momentânea de oferta local, que varia ao sabor da oferta da fonte de energia a cada momento. Logo, mantém-se a necessidade de investimentos em rede de distribuição mesmo com a expansão de MMGD, considerando a necessidade de suportar a carga na ausência dessa geração.

Por sua vez, para Aneel (2019b), os efeitos sobre o sistema de transmissão refletem o somatório das instalações de geração distribuída em uma grande área, sob diferentes condições de fornecimento. Logo, não está tão sujeito às variações que incidem sobre a distribuição, porque nele se reflete o efeito agregado das gerações distribuídas em diferentes localidades. Nesse sentido, ainda que o alívio sobre a rede de distribuição decorrente da geração distribuída seja consideravelmente inferior ao percebido no sistema de transmissão, há redução de custos na transmissão de energia, o que sugere o alcance limitado da afirmação do TCU (2020) de que a intermitência das fontes impede o alívio e a postergação de investimentos sobre o sistema.

Conforme se vê pela análise da Figura 18, ao longo do tempo, a fonte fotovoltaica assumiu predomínio na capacidade de geração distribuída no Brasil, com participações superior a 98% do total em 2022. Esses números sugerem que não houve adesão em larga escala de outras fontes para a MMGD, e isso também ocorreu em outros países, como os Estados Unidos. Convém apontar, como linha de pesquisa auxiliar, as razões pelas quais as demais fontes não atingiram o mesmo sucesso. Porém, o porte das instalações requeridas pelas outras fontes sugere uma explicação razoável, uma vez que uma turbina eólica em um centro urbano capaz de captar os ventos em altura adequada pode não ser de tão fácil instalação.



Figura 18 – Participação percentual das fontes na capacidade instalada de geração distribuída



Fonte: EPE, 2023, p. 1

No que diz respeito ao incentivo à indústria nacional, um dos objetivos da política introduzida pelo SCEE, não houve espaço para crescimento expressivo desse segmento, sobretudo considerando a vigência de concessão de isenção tarifária para importação de módulos de geração fotovoltaicas. A predominância da China no mercado global, conforme registrado na Figura 8, página 42 deste trabalho, e seus ganhos de escala e eficiência produtiva, contribuíram para dificultar o desenvolvimento de indústrias locais dedicadas a esse segmento ao redor do mundo.

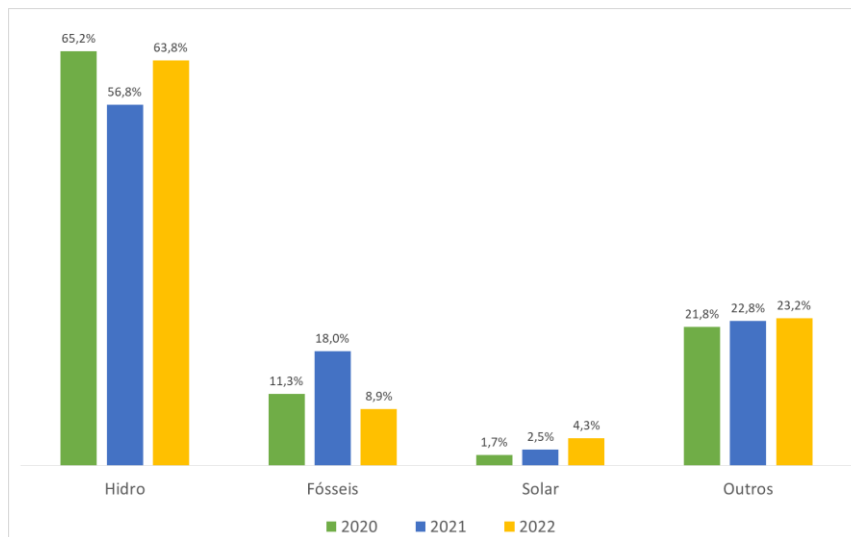
Conforme se depreende do resultado das taxações introduzidas pela União Europeia, adotadas após a conclusão das investigações por *dumping* recaídas sobre fabricantes sediados na China, é possível perceber que, mesmo submetidos a taxações importantes, os produtos chineses permaneceram relevantes no mercado europeu. No mercado brasileiro, do qual foram retiradas barreiras tributárias para esses produtos, tais como o imposto de importação, o resultado foi a predominância de aquisição de produtos chineses, assim como ocorreu em diversos países.

## 6.5.2. Eficiência e análise de custo-efetividade

### 6.5.2.1. Critérios ambientais

O crescimento da modalidade de micro e minigeração distribuída tem exercido importante papel ambiental na matriz elétrica nacional nos últimos anos. O principal efeito observado nos últimos anos foi o deslocamento de geração termelétrica. Segundo o Balanço Energético Nacional – BEN 2022, a queda na participação de oferta de energia hidráulica em 2021 no Brasil, decorrente da escassez hídrica, foi compensada tanto por geração termelétrica de origem fóssil como pelo incremento da fonte solar, conforme registrado na Figura 19. No ano seguinte, de acordo com informações do Boletim Mensal de Energia do Ministério de Minas e Energia (BRASIL, 2022c), houve recuperação da geração de origem hidráulica, o que contribuiu para o recuo da participação das termelétricas fósseis. Por sua vez, a participação da geração solar permaneceu em crescimento percentual nesses dois anos, demonstrando que a expansão dessa fonte também contribuiu para a substituição de geração de energia a partir de combustíveis fósseis.

Figura 19 – Participação das fontes hidráulica, solar e combustíveis fósseis na matriz elétrica brasileira, 2020 a 2022

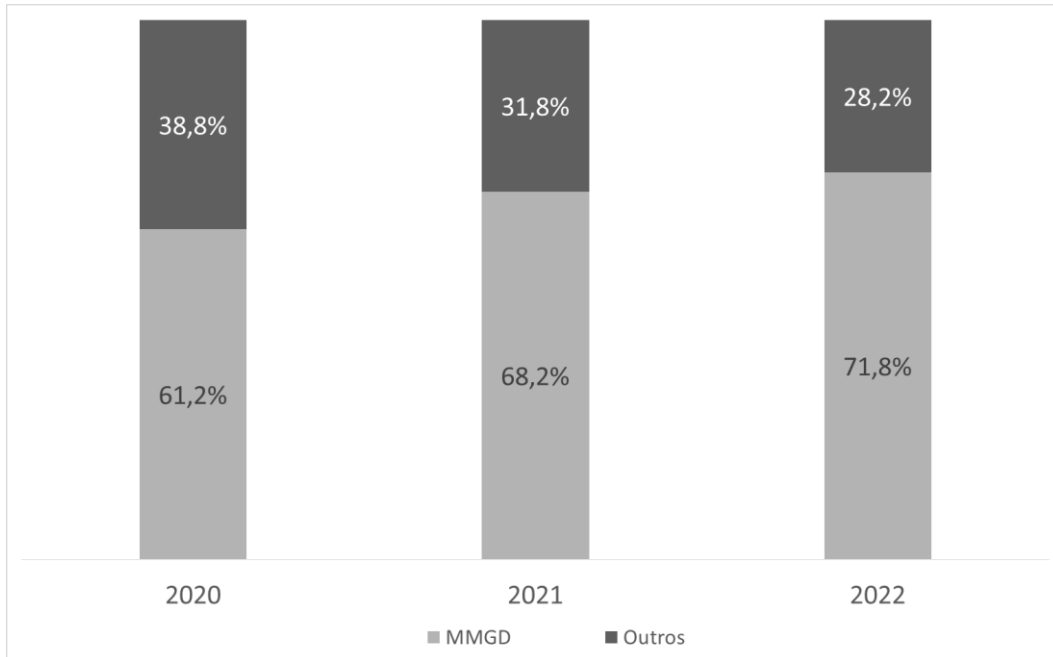


Fonte: Elaboração própria, com dados de EPE (2022) e BRASIL (2022b)

Adicionalmente, o que se observa pela leitura do gráfico é que a participação da geração hidráulica oscila conforme a disponibilidade hídrica de cada ano, situação que tende a se acentuar com a queda da participação das hidrelétricas com reservatório. Por sua vez, a participação da fonte solar tem apresentado crescimento consistente ano após ano, resultado do aumento da capacidade instalada. Muito embora a informação citada não apresente a participação da micro e

da minigeração distribuída de forma segmentada, a Figura 20 demonstra que essa modalidade apresentou crescimento superior ao das demais, incluindo geração centralizada, permitindo concluir que a maior parte da expansão de geração solar apresentada no gráfico da Figura 19 se deu por meio de MMGD.

Figura 20 – Participação da Micro e da Minigeração Distribuída na capacidade instalada de energia solar no Brasil



Fonte: Elaboração própria, com dados de Aneel (2023a) e Aneel (2023b)

A leitura desses dados permite demonstrar a forma pela qual a geração distribuída de energia elétrica, majoritariamente de origem solar fotovoltaica, tem contribuído para substituir a geração termelétrica de origem fóssil, independentemente da variação de participação da geração de origem hídrica. Essa dinâmica é importante quando se consideram os benefícios ambientais relacionados ao carbono não emitido em geração termelétrica.

Essa abordagem adquire especial relevo quando se avalia a quantidade de energia elétrica demandada para o suprimento de sistemas isolados, localizados majoritariamente na região amazônica, e que cujo suprimento utiliza grandes quantidades de combustíveis fósseis, subsidiados pela Conta de Consumo de Combustíveis - CCC. Criada para reduzir as diferenças entre as tarifas pagas pelos consumidores dessa região em relação ao restante do país, nos termos do art. 3º da Lei 12.111, de 2009, a CCC financia a geração de energia elétrica com uso de combustíveis fósseis em

uma região especialmente vulnerável sob o ponto de vista ambiental. O aproveitamento de energia solar, aliado a sistemas eficientes de armazenamento, devem representar a diminuição da demanda por combustíveis e a consequente redução de gastos com CCC.

Adicionalmente, convém ressaltar que o setor de transportes foi o responsável pela maior fatia das emissões antrópicas associadas à matriz energética brasileira, correspondente a 44,4% do total (EPE, 2022). Sugere-se, como pesquisa complementar, a realização de estudo acerca do potencial de contribuição da geração distribuída na expansão da eletrificação do transporte no país. Avaliações preliminares sugerem que essa expansão ainda requer a superação de barreiras tecnológicas para atingimento da viabilidade econômica sustentável, sobretudo para armazenamento interno de energia nos veículos.

Considerando os aspectos ambientais envolvidos, é possível afirmar que o Brasil, mesmo antes da política de incentivo à geração distribuída, possuía uma das matrizes energéticas mais limpas do mundo. Nesse contexto, convém citar TCU (2020) a respeito da adoção das políticas de estímulo à geração distribuída. Segundo o documento, a maioria dos países que adotou essas políticas teve como motivação a necessidade de descarbonizar suas matrizes energéticas, apelo esse inexistente no caso brasileiro, dada a predominância de fontes renováveis e consideradas limpas.

Adicionalmente, considerando a predominância de fonte solar em geração distribuída, é necessário considerar as emissões de gases de efeito estufa (GEE) também de natureza indireta, tendo em vista os processos produtivos dos equipamentos de geração. Considerando que o principal fornecedor de placas solares é a China, e que esse país tem sua matriz energética fortemente amparada em fontes não renováveis, a sua produção possui forte impacto ambiental (CAMPOS, 2015), que precisa ser mitigado se considerada a avaliação do ciclo de vida do equipamento e do produto dele gerado, além da vida útil dos equipamentos.

Por outro lado, uma forma de impedir parte dessas emissões passaria pelo incentivo à aquisição de equipamentos oriundos de países com matriz energética limpa. Esse é o caso do Brasil, que possui reservas de minerais utilizados na produção de placas solares (CAMPOS, 2015). Nesse sentido, uma política específica de conteúdo local aplicada à geração distribuída poderia propiciar tanto a redução de emissões envolvida no processo como o desenvolvimento da indústria nacional voltada à produção desses equipamentos.

Ainda em termos de prevenção de impactos ambientais provenientes da MMGD, o trabalho de Tiago Filho e Rosa (2013) apresenta os resultados de uma análise do processo produtivo de equipamentos de geração fotovoltaica, incluindo a exploração mineral necessária para a obtenção de matéria-prima utilizada na fabricação desses produtos até a disponibilidade para o responsável por sua instalação. São apresentados, entre outros parâmetros, a quantificação de gases de efeito estufa e a energia despendida em todo o processo. O trabalho conclui que seriam necessários 8,5 anos para que um painel fotovoltaico gerasse a energia correspondente à utilizada em seu processo de fabricação. Considerando que a vida útil desses equipamentos é de 25 anos, haveria um prazo adicional de funcionamento suficiente para tornar esses equipamentos energeticamente sustentáveis.

#### 6.5.2.2. Critérios econômicos

Os principais impactos econômicos decorrentes da MMGD no Brasil estão relacionados aos subsídios cruzados em detrimento dos demais consumidores. Conforme tratado por Castro e Dantas (2018, p. 17-18), a estrutura de custos das distribuidoras é fortemente baseada em custos fixos, mas a tarifa de remuneração dos serviços é de caráter volumétrico, medido em unidades monetárias por quantidade de energia comercializada. Com isso, o reequilíbrio econômico financeiro da distribuidora derivado da redução de mercado ocorre através de elevação das tarifas. Prosseguem os autores discorrendo que “o corolário desta dinâmica são distorções na alocação dos custos entre os diferentes usuários da rede, sendo especialmente nocivas as consequências para os consumidores com renda insuficiente para a adoção destas novas tecnologias” (CASTRO e DANTAS, 2018).

Um ponto que julgamos imprescindível para abordar os critérios econômicos envolvidos na análise da política pública de incentivo ao MMGD diz respeito ao seu custo de oportunidade referente a esse montante de recursos despendido pelos demais usuários. Ressaltamos, todavia, que, dada a profundidade que se queira dar à análise, haveria espaço para a elaboração de diversos trabalhos com essa temática. Conforme anteriormente mencionado, análise de impacto regulatório elaborada pela Aneel (2019b) apontou que o gasto com o subsídio foi de cerca de R\$ 205 milhões e, em 2019, de cerca de R\$ 315 milhões. Ainda segundo o documento da Agência, caso não houvesse alteração normativa para redução dos benefícios, os efeitos financeiros

sobre os demais consumidores no período compreendido entre os anos de 2020 e 2035, considerando o valor presente, seria de R\$ 55 bilhões, considerando a expectativa de expansão do número unidades consumidoras com instalações de micro ou minigeração distribuída.

É razoável o questionamento a respeito da conveniência dessa destinação, remunerada pelos demais consumidores de energia, uma vez que tal montante possui grande potencial de produzir impactos sociais positivos. Ainda que as alterações introduzidas pela Lei nº 14.300, de 6 de janeiro de 2022, tenham reduzido significativamente a previsão dos valores despendidos em subsídios para a MMGD, o montante estimado pela Agência Reguladora ainda é elevado, e, por força do referido normativo, passou a recair diretamente sobre a CDE. Esse detalhe permitirá análises posteriores a partir de dados mais transparentes, e certamente o custo de oportunidade deverá ser um parâmetro importante nesses estudos.

Importante mencionar, ainda sob essa perspectiva, o quão inexpressiva é a participação de componentes classificáveis como de conteúdo local no suprimento ao mercado de MMGD. Embora um dos objetivos da política fosse fornecer incentivos ao fortalecimento da indústria nacional voltada para a produção de equipamentos de geração de pequeno porte, não se verificaram investimentos para fabricação em grande escala desses produtos. Parte disso pode ser explicado pela competitividade de produtos exportados pela China, conforme tratado nos capítulos 5.2.2 e 5.2.3 do presente trabalho. Como consequência dessa ausência de produtos nacionais, a instituição de ex-tarifários para concessão de isenção de imposto de importação de módulos de geração fotovoltaicas contribuiu para estabelecer um distanciamento ainda maior das condições de mercado entre produtos nacionais e importados.

Releva destacar, ainda, um efeito econômico relevante conhecido como espiral da morte, que pode acometer o mercado de determinadas distribuidoras de energia e que seria provocado pelo crescimento retroalimentado da geração distribuída. Conforme ressaltou o TCU (2020), o crescimento do montante anual de subsídio à política gera uma pressão tarifária sobre os demais consumidores, incentivando novos entrantes no SCEE e reduzindo a base de clientes que remuneram o serviço de fornecimento de energia. Essa dinâmica se converte em um ciclo vicioso que pode levar ao colapso a concessionária de distribuição de energia elétrica e comprometer a sustentabilidade de todo o sistema.

### 6.5.3. Sustentabilidade

Para analisar a resiliência dos efeitos da política a despeito de sua descontinuidade, convém mencionar pesquisa (MATTAR, 2014) que envolveu beneficiários do SCEE. Esses usuários foram questionados a respeito de sua principal motivação para instalação geração distribuída. Segundo o estudo, o desenvolvimento sustentável foi a principal razão (45%), seguida do retorno financeiro (29%). Com a expansão da base de clientes registrada desde a data de apresentação do estudo, é razoável inferir que houve significativa mudança no perfil dos usuários. Apesar de não terem sido encontradas informações atualizadas sobre a motivação dos usuários do SCEE, a lei de difusão de inovações nos ensina que os primeiros usuários de um produto têm perfil inovador e idealista, e usualmente possuem renda mais elevada. À medida que se difundem para outros nichos, a faixa de renda proporcional tende a diminuir, o que impõe um desafio econômico para a difusão de produtos, e a economicidade tende a assumir maior relevância na tomada de decisão. Convém, no entanto, atualizar a pesquisa de Mattar (2014) de forma a quantificar as motivações dos usuários, de forma a obter um retrato mais preciso do perfil dos potenciais beneficiários.

Segundo Araújo (2021), entretanto, a MMGD é uma das modalidades de suprimento com fontes renováveis em que o consumidor consegue atuar para tomada de decisão de longo prazo, mas, ainda assim, continua sendo guiado por critério econômico de curto prazo de forma mais proeminente do que seguindo o critério ambiental. Esse fator é evidenciado quando se analisa que o crescimento da MMGD foi mais acentuado a partir da redução do *payback* dos sistemas.

Segundo FGVces (2018), o *payback* dos sistemas de geração fotovoltaica de perfil residencial, parcela que corresponde ao maior número de usuários, é de cerca de cinco anos. A eventual extinção completa do benefício do SCEE poderia acarretar a inviabilidade do crescimento de usuários de geração distribuída. A viabilidade da manutenção desses usuários ligados à rede depende da existência de alguma política que permita a ligação *on grid* dos sistemas de geração.

#### 6.5.4. Satisfação do usuário

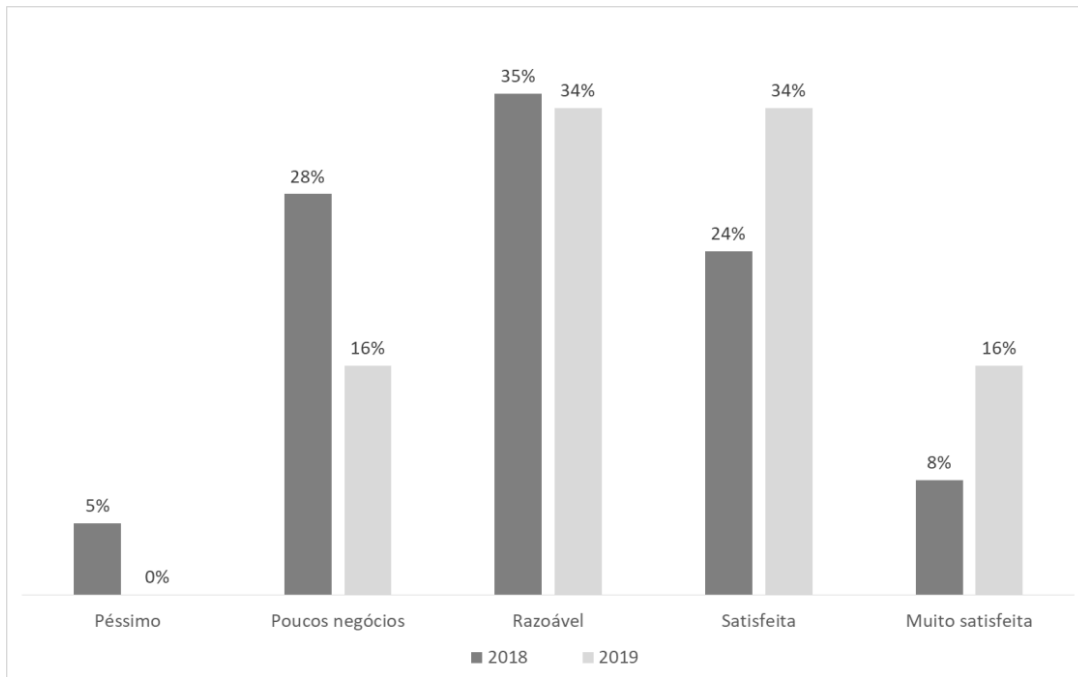
De acordo com Costa e Castanhar (2003, p. 973), a satisfação do usuário avalia sua atitude em relação à qualidade do atendimento que está obtendo do programa. Preliminarmente, não foram encontrados estudos que tenham dedicado algum espaço para aferição da satisfação dos usuários finais a respeito do programa. Há, por outro lado, alguns registros de reclamações reiteradas quanto a supostos embargos opostos pelas concessionárias de serviço público de distribuição de energia elétrica em acolher novos pedidos de usuários para ingresso no SCEE (IDEAL, 2019). Ou seja, a causa de insatisfação obtida na pesquisa refletiu as dificuldades enfrentadas para admissão de novos entrantes.

É razoável inferir que a ausência de estudos interessados em aferir a satisfação dos usuários de geração distribuída esteja relacionada ao tipo de política de que ora analisamos. Conforme mencionado anteriormente, trata-se de uma política redistributiva, nos critérios de Lowi, (1966). Nesse sentido, há clara separação entre beneficiários (usuários de MMGD) e os demais consumidores, que financiam a política, o que pode explicar em parte o desinteresse em aferir esse indicador.

De todo modo, mostrou-se produtivo investigar a satisfação quanto à política manifestada por outra parcela de beneficiários, referente às empresas que compõem a cadeia de fornecimento do serviço de instalação de projetos de geração distribuída. A Figura 21, elaborada a partir de dados da Ideal (2019), demonstra crescimento nos níveis de otimismo com o mercado entre 2018 e 2019. Podemos relacionar esse crescimento à expansão do mercado observada à época.



Figura 21 – Satisfação das empresas com o mercado de energia solar no Brasil



Fonte: Elaboração própria, com dados de Ideal (2019)

### 6.5.5. Equidade

O critério equidade se mostra importante considerando a quantidade de recursos previstos para subsidiar os usuários. A respeito disso, o TCU (2020) cita estimativa da própria agência reguladora sobre custos de implantação de unidades de geração fotovoltaica de pequeno porte. Segundo esses dados, um sistema de 7,5 kWp, capaz de gerar cerca de 1.000 kWh por mês, custaria cerca de R\$ 41.250,00 para ser instalado. Esse custo, segundo o autor, pode ser considerado pouco acessível à maioria da população.

Adicionalmente, estudo do Idec (2021) mostrou que nas três maiores capitais do País, São Paulo, Rio de Janeiro e Belo Horizonte, a potência instalada de geração distribuída está fortemente concentrada em regiões geográficas em que há predomínio de moradores de alta renda, caindo exponencialmente conforme a renda *per capita* diminui. Nesse sentido, o estudo aponta que, ainda que sejam divididos entre todos os usuários os custos decorrentes dos incentivos à MMGD, os beneficiários se concentram entre as classes sociais mais favorecidas. Esses dados estão em linha com posicionamento do TCU (2020), que concluiu que o sistema de compensação se

estruturou como uma diferenciação tarifária que estabeleceu subsídio cruzado de natureza regressiva em termos de distribuição de renda entre os consumidores que possuem sistemas de micro ou minigeração distribuída e os demais consumidores, em prejuízo desses últimos.

Convém citar, ainda, o crescimento da participação de segmentos econômicos privilegiados na construção de sistemas de geração distribuída. Estudo do Idec (2021) aponta que 10% da capacidade instalada de MMGD pertencem a empresas com capital social superior a R\$ 100 milhões. Como exemplo, segundo noticiado na imprensa (CANAL ENERGIA, 2022), uma empresa decidiu construir unidades de minigeração distribuída de 5 MW pelo custo de cerca de R\$ 20 milhões por projeto. Cada planta de geração utilizaria área superior a 80 mil metros quadrados, a partir da instalação de 18 mil placas cada empreendimento.

A grande extensão de áreas requeridas para projetos de grande porte, como o supracitado, também desperta o interesse de proprietários de imóveis rurais, considerando a dificuldade de instalação em centros urbanos de projetos com maior potência. Isso explica o aumento progressivo de disponibilidade de opções de crédito para esse perfil de usuário, conforme tratado anteriormente neste trabalho, incluindo parcela importante de recursos do Plano Safra para financiamento desses projetos.

Conforme apontado pelo TCU (2020), por outro lado, o SCEE constitui política de subsídio cruzado entre consumidores de energia elétrica, uma vez que os demais usuários suportam os custos da rede que os beneficiários da política deixam de remunerar. Segundo Manço e Gomes (2017), os consumidores que possuem geração distribuída de energia deixam de financiar alguns encargos setoriais e custos de geração, transmissão e distribuição, e esses custos devem ser suportados pelos demais consumidores de energia. De acordo com o estudo, em determinado mercado, a entrada de 5,7% de consumidores que instalaram geração distribuída resultou em impacto tarifário de 3,1% para os consumidores que não aderiram a esse sistema.

O estudo de Manço e Gomes (2017) demonstra que não foram previstos mecanismos de interrupção da política pública quando atingidos determinados objetivos, somente uma previsão de prazo de revisão que, ao não se concretizar, não foi capaz de gerar efeitos sobre o crescimento do número de usuários. A possibilidade de revisão da política segundo critérios previamente estabelecidos deve ser uma das premissas mais importantes para a avaliação quanto à conveniência de sua implantação.

## 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A abordagem de Vedung possibilitou uma avaliação ampla da política pública introduzida pelo Sistema de Compensação de Energia Elétrica, e abrangeu efeitos além daqueles observados sobre o sistema elétrico brasileiro, ainda que esse não tenha deixado de ser o foco principal. Os problemas propostos pelo autor permitiram percorrer diversos aspectos decorrentes da vigência da política pública, bem como os desafios enfrentados no processo de seus necessários aperfeiçoamentos.

Segundo a análise sob a ótica do problema da intervenção, foi possível concluir que a adoção da política tarifária de *net metering* pela Aneel foi efetuada a partir de procedimentos regulatórios que incluíram participação social, e resultaram em um modelo que introduziu a MMGD segundo a realidade do mercado brasileiro. Entretanto, embora tenha sido prevista a possibilidade da revisão da política após determinado tempo de vigência, os instrumentos se mostraram insuficientes para viabilizar a previsivelmente necessária alteração. A indefinição de um critério objetivo de participação limite da MMGD no mercado que desencadeasse a diminuição dos subsídios contribuiu para que se materializasse uma realidade prevista por Raskin (2013), na qual eventuais diminuições nos subsídios seriam complexas e levantariam questões legais e políticas novas e de difícil equacionamento.

A partir do problema do impacto, Vedung ofereceu a possibilidade de delimitar como outros fatores influenciaram no resultado que se esperava da política, tais como a disponibilidade de linhas de crédito, os benefícios tributários, o barateamento dos equipamentos e o crescimento das tarifas. Concluiu-se, entretanto, a partir da análise do problema da conversão, que a introdução e manutenção do SCEE se mostrou essencial, considerando o incentivo econômico direto oferecido aos usuários, que permite a obtenção de *payback* do valor investido. Os outros fatores contribuem para reduzir esse tempo de retorno do investimento, mas é possível inferir que não haveria retorno do valor investido sem a vigência de um sistema de compensação que permitisse a remuneração ao prosumidor.

Na análise do problema dos resultados, foi possível concluir que a política pública implementada pelo sistema de compensação de energia elétrica atingiu parcialmente os

objetivos esperados quando de sua formulação. A análise sugere que política alcançou efetividade no desenvolvimento da MMGD a partir da geração por fonte solar fotovoltaica. Nesse sentido, também contribuiu para a expansão da participação de energia renovável na matriz elétrica. Por ter elevado sua participação no suprimento do consumo de energia, reduzindo a dependência de geração centralizada e promovendo deslocamento de fontes não renováveis, também concluiu-se pela existência de benefícios ambientais, incluindo a redução de gases de efeito estufa.

No que diz respeito ao incentivo à indústria nacional, a pesquisa não encontrou crescimento significativo da capacidade produtiva brasileira nesse segmento. A predominância de produtos chineses em âmbito mundial se estabeleceu também no mercado brasileiro, situação agravada pelas isenções de imposto de importação concedidas a esses produtos. Nesse sentido, entendemos que qualquer tentativa de reforma ao normativo legal que prorogue ou amplie benefícios à MMGD deve ter como premissa a necessidade de rever o fracasso no alcance a esse objetivo. O uso de percentuais mínimos de conteúdo local deve ser incluído na agenda legislativa de debates sobre eventuais novas concessões de benefícios para o setor.

A sustentabilidade econômica e sistêmica do modelo brasileiro permanece objeto de constantes questionamentos. Outros países introduziram incentivos à MMGD consideravelmente antes do Brasil e por isso possuem maior capacidade instalada e penetração de mercado. A partir do surgimento de problemas sistêmicos, incluindo os desafios operacionais relacionados à inserção de fontes variáveis, esses países optaram por adotar procedimentos de redução de incentivos. Como se viu, os Estados Unidos diminuíram incentivos fiscais para instalações residenciais. A Alemanha reduziu a taxa de remuneração da *feed-in tariff*, com bastante dificuldade, considerando a influência de grupos econômicos interessados na manutenção dos benefícios.

No Brasil, os desafios operativos também bateram à porta dos órgãos de planejamento e regulação do setor elétrico. Os aperfeiçoamentos da política, introduzidos pela Lei nº 14.300, de 2022, que reduziram o percentual de retorno do *net metering* para novos projetos, constituem uma tentativa de tornar sustentável a concessão de subsídios e ajudar a evidenciar a alocação dos custos adicionais decorrentes da instalação de novos projetos, que devem incidir sobre a CDE. Entretanto, as medidas dessa nova lei foram mais “generosas” com a MMGD, mantendo condições similares à da alternativa menos gravosa proposta pela Aneel na tentativa frustrada de

alteração do normativo. Ainda assim, o Legislativo continuou a debater a extensão do período de transição, propiciando uma continuidade das condições originais da política, que é bastante favorável à implantação de projetos de geração distribuída.

Entendemos que o objetivo central não deveria ter como foco a redução dos atrativos para o desenvolvimento dessas fontes, mas esse acaba sendo um remédio amargo a ser administrado até que o setor elétrico brasileiro consiga empreender reformas que permitam melhor alocação de custos do sistema. O modelo atual, com tarifa monômnia de remuneração volumétrica, já se mostrou incapaz de oferecer adequada resposta pelo lado da demanda para projetos de MMGD.

Convém mencionar que o incentivo econômico da instalação de sistemas MMGD tendem a impactar os hábitos de consumo, o que pode ser objeto de pesquisa complementar ao presente trabalho. Afinal, se o custo da energia se reduz para o consumidor, a relação de elasticidade entre custo e consumo sugere incremento de hábitos que envolvem dispêndio de energia e frouxidão em práticas de conservação por parte do usuário, mesmo em períodos nos quais a energia fornecida pela rede está mais dispendiosa para a concessionária e, por conseguinte, para os consumidores cativos.

Nesse contexto, é possível questionar se esse aumento do consumo decorrente da expansão de oferta a partir de instalações de MMGD seria benéfico para reduzir a pobreza energética brasileira. Afinal, contribuiria para elevar o consumo de energia elétrica *per capita*, índice no qual o Brasil apresenta resultados não muito desenvolvidos. Entretanto, esse argumento possui alcance limitado, uma vez que os prossumidores integram fatia mais favorecida da sociedade. Logo, essa elevação do consumo propiciaria, na verdade, um agravamento do caráter regressivo dessa política distributiva, considerando o perfil desses consumidores.

Adicionalmente, convém sugerir, como linha de pesquisa adicional, investigar quais medidas poderiam ser implementadas para incremento da participação de outras fontes renováveis, além da solar fotovoltaica. Conforme se verificou, tanto no Brasil como em outros países, o desenvolvimento dessa fonte de geração na MMGD ocorreu de forma predominante. Os fatores envolvidos incluiriam sobretudo a facilidade de ocupação de espaços urbanos. Mas a identificação das demais condições de contorno podem contribuir para viabilizar esse tipo de empreendimento em modalidades de geração remota, a depender das condições de incentivo.

A respeito desse ponto, a introdução de regras de conteúdo local mínimo podem constituir um importante condicionante para eventuais tentativas de continuidade de políticas de incentivo. Conforme se verificou em outros países, a conduta comercial de alguns fornecedores apresentou indícios de concorrência predatória, resultando em punições por *dumping*. Esse histórico revela especial cuidado para que os generosos subsídios ao setor não contribuam para consolidar um cenário de ausência de desenvolvimento local e de aridez na cadeia industrial em território brasileiro.

Quanto à mensuração de benefícios econômicos, o estudo não conseguiu ser conclusivo. Dificilmente pode-se desenvolver métricas eficientes capazes de dimensionar os reais benefícios, tendo em vista a dificuldade de se isolar variáveis. Sugere-se a busca de métricas que consigam isolar essas variáveis, ainda que entendamos algo de difícil obtenção considerando o modelo tarifário atualmente adotado no Brasil. Ainda para trabalhos futuros, há espaço para avaliar os impactos da geração distribuída sobre outros segmentos, incluindo aqueles decorrentes das renúncias fiscais decorrentes das desonerações tributárias. O recorte da presente pesquisa se restringiu ao setor elétrico e a aspectos que lhe são inerentes, tais como suas emissões atmosféricas.

Sobre a utilização da metodologia de análise de políticas públicas a partir da abordagem de Vedung, concluímos que a utilização dos oito problemas como roteiro avaliativo se mostrou adequada, sendo necessário adotar alguns conceitos complementares para dar o devido contorno e concretude metodológica em cada um dos problemas abordados. Esse método se ajusta a uma avaliação global (*comprehensive evaluation*, nos termos do próprio autor), de perfil qualitativo, mas nos parece capaz de recepcionar ferramentas quantitativas, bem como amplo uso de indicadores. O desafio permanece sendo o de delimitar quais dentre os oito problemas devem ser explorados para obter uma pesquisa adequada para a política que se deseja avaliar, de forma a se obter adequado nível de aprofundamento, sobretudo em situações nas quais o pesquisador não detiver algum conhecimento prévio acerca do objeto de sua avaliação.

## REFERÊNCIAS

ABSOLAR – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA. **Contribuições à Consulta Pública nº 025/2019**. Brasília, 2019a. Disponível em: [bit.ly/451007J](http://bit.ly/451007J). Consultado em 20 dez 2022.

ABSOLAR – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA. **Deputados criticam intenção da Aneel de taxar energia solar**. 5 nov. 2019b. Disponível em: <https://www.absolar.org.br/noticia/deputados-criticam-intencao-da-aneel-de-taxar-energia-solar/> Acesso em: 7 out. 2021.

ALVES, Zedequias Machado. **Determinação do ponto ótimo de injeção de potência para minimização de perdas técnicas e melhoria do nível de tensão em redes elétricas com geração distribuída**. 2018. 137p. Dissertação (Mestrado em Energia e Sustentabilidade). Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Energia e Sustentabilidade. Araranguá-SC. Disponível em <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/193259/PGES0001-D.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em 4 abr. 2021.

ANEEL – AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Aviso de Consulta Pública nº 15/2010**. Disponível em <https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?jornal=3&pagina=112&data=10/09/2010>. Acesso em 27 out 2022.

ANEEL – AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Resolução nº 482, de 17 de abril de 2012**. 2012. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2012482.pdf>. Acesso em 20 abr. 2021.

ANEEL – AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Voto sobre Resultado da Audiência Pública nº 026/2015**, que objetivou aprimorar a Resolução Normativa nº 482/2012 e a seção 3.7 do Módulo 3 do PRODIST, 24 de novembro de 2015. 2015a. Disponível em: [http://www2.aneel.gov.br/cedoc/aren2015687\\_1.pdf](http://www2.aneel.gov.br/cedoc/aren2015687_1.pdf). Acesso em 7 out. 2021.

ANEEL – AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Resolução Normativa nº 687, de 24 de novembro de 2015**. 2015b. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2015687.pdf>. Consultado em 20 abr 2021.

ANEEL – AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Nota Técnica nº 0062/2018-SRD/SCG/ SRM/SRG/SGT/SMA/ANEEL**, de 25 de maio de 2018. 2018a. Disponível em: <https://bit.ly/3YtLUcW>. Acesso em: 8 out. 2021.

ANEEL – AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Nota Técnica nº 184/2018-SGT/ANEEL**, de 2 de agosto de 2018. 2018b. Disponível em: <https://bit.ly/47tL3x5>. Acesso em: 25 ago. 2022.

ANEEL – AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Audiência Pública Aneel nº 1/2019**. 2019a. Disponível em: <https://bit.ly/3OT81GT>. Acesso em 25 abr. 2021.

ANEEL – AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Relatório de AIR n.º 003/2019-SRD/SGT/SRM/SRG/SCG/SMA/ANEEL**, de 07/10/2019. Brasília, 2019b. Disponível em: <https://bit.ly/3QwJNTN>. Consultado em: 30 dez 2022.

ANEEL – AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Nota Técnica n.º 0078/2019-SRD/SGT/SRM/SRG/SCG/SMA/ANEEL**, de 7/10/2019. Brasília, 2019c. Disponível em: <https://bit.ly/455llxe>. Consultado em: 30 dez 2022.

ANEEL – AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Tarifa Residencial**. Evolução por função de custo. Brasília, 2020. Disponível em: <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiOTY0NWQzOGItMmQ3ZS00MWUzLTlINmMtNTA5NTYxODdhYTgzIiwidCI6IjQwZDZmOWI4LWVjYTctNDZhMi05MmQ0LWVhNGU5YzAxNzBlMSIsImMiOiR9>. Acesso em 30 abr. 2021

ANEEL – AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Registro de Micro e Mini Geradores Distribuídos**. 2021a. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/scg/gd/gd.asp>. Acesso em: 15 abr. 2021.

ANEEL – AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Resolução Homologatória nr. 2.864**, de 27 de abril de 2021. 2021b. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/cedoc/reh20212864ti.pdf>. Acesso em 5 mai. 2021.

ANEEL – AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Resolução Normativa nr. 1.008**, de 15 de março de 2022. Anexo III – Alterações no PRORET 7.1. 2022. Disponível em: <https://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren20221008.html>. Acessado em 30 nov 2022.

ANEEL – AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Acompanhamento da Implantação de Centrais Geradoras de Energia Elétrica**. 2023a. Disponível em: <https://bit.ly/3OucJte>. Consultado em 7 mai 2023.

ANEEL – AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Geração Distribuída**. 2023b. Disponível em: <https://bit.ly/3QzYENx>. Consultado em: 20 abr 2023.

ANEEL – AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Relatório de Conta de Desenvolvimento Energético**. 2023c. Disponível em: <https://portalrelatorios.aneel.gov.br/luznatarifa/contadesenvolvimento> . Consultado em 4 abr 2023

ARAÚJO, Israel Lacerda de. **The Brazilian Carbon Capture and Storage (CCS) institutional framework: the new carbon market business in an energy transition economy**. 2021. Tese (Doutorado em Análise e Planejamento Energético) - Instituto de Energia e Ambiente, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2021. doi:10.11606/T.106.2021.tde-18022022-222702. Acesso em 2 fev 2023.

BRASIL. **Lei nr. 9.074, de 7 de julho de 1995**. Estabelece normas para outorga e prorrogações das concessões e permissões de serviços públicos e dá outras providências. 1995. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/19074cons.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19074cons.htm). Acessado em 7 out. 2021.



BRASIL. **Lei nr. 9.427, de 26 de dezembro de 1996.** Institui a Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL, disciplina o regime das concessões de serviços públicos de energia elétrica e dá outras providências. 1996. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/19427cons.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19427cons.htm). Acessado em 1 set. 2022.

BRASIL. **Lei nr. 10.438, de 26 de abril de 2002.** Dispõe sobre a expansão da oferta de energia elétrica emergencial, recomposição tarifária extraordinária, cria o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (Proinfa), a Conta de Desenvolvimento Energético (CDE), dispõe sobre a universalização do serviço público de energia elétrica, e dá outras providências. 2002. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/2002/110438.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2002/110438.htm). Acessado em: 30 abr. 2021

BRASIL. **Decreto nr. 5.163, de 30 de julho de 2004.** Regulamenta a comercialização de energia elétrica, o processo de outorga de concessões e de autorizações de geração de energia elétrica, e dá outras providências. 2004. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2004-2006/2004/Decreto/D5163compilado.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2004/Decreto/D5163compilado.htm). Acessado em 30 abr. 2021.

BRASIL. Presidência da República. **Avaliação de Políticas Públicas.** Guia prático de análise ex post. Vol. 2. Brasília, 2018. Disponível em: <https://www.gov.br/defesa/pt-br/arquivos/asplan/guia-de-avaliacao-de-politicas-publicas-ex-post.pdf>. Consultado em: 2 fev 2023

BRASIL. Ministério da Economia. **Visão da Secap sobre o setor de energia.** O caso da Micro e Minigeração distribuída. Brasília, 2019. Disponível em: <https://www.gov.br/fazenda/pt-br/centrais-de-conteudos/publicacoes/analises-e-estudos/arquivos/2019/visao-da-secap-sobre-o-setor-de-energia-o-caso-da-micro-e-minigeracao-distribuida/@@download/file>. Consultado em 4 abr 2023.

BRASIL. Lei nº 14.300, de 6 de janeiro de 2022. **Institui o marco legal da microgeração e minigeração distribuída, o SCEE e o PERS.** 2022a. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2019-2022/2022/lei/114300.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2022/lei/114300.htm). Consultado em 20 dez 2022.

BRASIL. MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Plano Safra 2022-2023.** Brasília, 2022b. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/politica-agricola/plano-safra/2022-2023/cartilha-plano-safra-2022-2023.pdf>. Acesso em 15 nov 2022.

BRASIL. MME - Ministério de Minas e Energia. **Boletim Mensal de Energia – dez/2022.** 2022c. Disponível em: <https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/secretarias/spe/publicacoes/boletins-mensais-de-energia/2022-2/portugues/12-boletim-mensal-de-energia-dezembro-22/@@download/file>. Consultado em 7 mai 2023.

CAISO – CALIFORNIA INDEPENDENT SYSTEM OPERATOR. **What the duck curve tells us about managing a green grid.** Folsom/CA, 2016. Disponível em: [https://www.caiso.com/documents/flexibleresourceshelprenewables\\_fastfacts.pdf](https://www.caiso.com/documents/flexibleresourceshelprenewables_fastfacts.pdf). Acesso em 30 nov 2022.

CÂMARA DOS DEPUTADOS. **Ficha de tramitação PL 5829/2019**. 2019. Disponível em: <https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=2228151>. Acesso em: 30 set. 2021.

CÂMARA DOS DEPUTADOS. **Redação Final do Projeto de Lei nº 5.829-A, de 2019**. Agosto/2021. Disponível em: [https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop\\_mostrarintegra;jsessionid=node0547btyhq9q2y1jngldkch7t542562730.node0?codteor=2062762&filename=Tramitacao-PL+5829/2019](https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra;jsessionid=node0547btyhq9q2y1jngldkch7t542562730.node0?codteor=2062762&filename=Tramitacao-PL+5829/2019). Acesso em: 29 set. 2021.

CAMPOS, H.M.B. **Geração distribuída de energia solar fotovoltaica na matriz elétrica de Curitiba e região: um estudo de caso**. Dissertação de Mestrado. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Curitiba, 2015

CANAL ENERGIA. **Alsol vai construir usinas solares de 5 MW para GD Compartilhada**. 2022. Disponível em: <https://www.canalenergia.com.br/noticias/53100179/alsol-vai-construir-usinas-solares-de-5-mw-para-gd-compartilhada>. Acesso em 16 set 2022

CARVALHO, Carlos Henrique Ribeiro. Aspectos Regulatórios e Conceituais das Políticas Tarifárias dos Sistemas de Transporte Público Urbano no Brasil. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), **Texto para discussão nº 2192**. 2016. Disponível em: [http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/6635/1/td\\_2192.pdf](http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/6635/1/td_2192.pdf). Consultado em 6 set 2022

CARDOSO JÚNIOR, Ricardo Abranches Felix. A Geração Distribuída e a Redução de Carbono na Matriz Elétrica Brasileira. **Revista Internacional de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 11, n. 01, p. 42 - 60, 2021. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/ric/article/viewFile/51563/37566>. Consultado em 5 mai 2023.

CASTRO, Nivalde de; DANTAS, Guilherme. **Experiências Internacionais em Geração Distribuída: Motivações, Impactos e Ajustes**. Grupo de Estudos do Setor Elétrico UFRJ. Rio de Janeiro. 2018. Disponível em: [https://www.ie.ufrj.br/images/IE/livros/livro\\_experiencias\\_internacionais\\_em\\_gd.pdf](https://www.ie.ufrj.br/images/IE/livros/livro_experiencias_internacionais_em_gd.pdf). Consultado em 5 mai 2023.

CERI – CENTRO DE ESTUDOS EM REGULAÇÃO E INFRAESTRUTURA. **Regulação e Infraestrutura em busca de uma nova arquitetura**. Fundação Getúlio Vargas - FGV. 2018. Disponível em: <http://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/handle/10438/24526>. Consultado em 25 abr 2023.

CERI – CENTRO DE ESTUDOS EM REGULAÇÃO E INFRAESTRUTURA. **Contribuição à Consulta Pública Aneel nº 025/2019**. Fundação Getúlio Vargas - FGV. 2019. Disponível em: [https://ceri.fgv.br/sites/default/files/publicacoes/2020-01/FGV-CERI\\_CP25\\_19\\_MMGD\\_Final\\_0.pdf](https://ceri.fgv.br/sites/default/files/publicacoes/2020-01/FGV-CERI_CP25_19_MMGD_Final_0.pdf). Consultado em 2 abr 2023.

CONFAZ – CONSELHO NACIONAL DE POLÍTICA FAZENDÁRIA. **Convênio ICMS 16**, de 22 de abril de 2015. Disponível em: [https://www.confaz.fazenda.gov.br/legislacao/convenios/2015/CV016\\_15](https://www.confaz.fazenda.gov.br/legislacao/convenios/2015/CV016_15). Acesso em: 25 out 2022.

COSTA, Frederico Lustosa da; CASTANHAR, José César. Avaliação de programas públicos: desafios conceituais e metodológicos. **Revista De Administração Pública**, v. 37, n. 5, p.969-992. 2003. Disponível em: <https://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/rap/article/view/6509>. Consultado em 4 abr 2023.

EC – EUROPEAN COMMISSION. **Memo/12/647**, 6 nov. 2012. Bruxelas, 2012. Disponível em: [https://ec.europa.eu/commission/presscorner/api/files/document/print/en/memo\\_12\\_647/MEMO\\_12\\_647\\_EN.pdf](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/api/files/document/print/en/memo_12_647/MEMO_12_647_EN.pdf). Consultado em 1 fev 2023

EC – EUROPEAN COMMISSION. **Council Implementing Regulation (EU) n° 1238/2013**, 2 dez. 2013. Bruxelas, 2013. Disponível em: <https://www.legislation.gov.uk/eur/2013/1238/contents>. Consultado em: 10 fev 2023

EC - EUROPEAN COMMISSION. **Commission Implementing Regulation (EU) 2017/367**, 1 mar. 2017. Official Journal of the European Union. P. 56/142. Bruxelas, 2017. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32017R0367&from=EN>. Consultado em 18 fev 2023.

EIA – US ENERGY INFORMATION ADMINISTRATION. **Modeling Distributed Generation in the Building Sectors**. Dezembro de 2022. Disponível em: <https://www.eia.gov/outlooks/aeo/nems/2020/buildings/>. Consultado em 8 abr 2023.

EPE - EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Sistemas Isolados: Planejamento do Atendimento aos Sistemas Isolados Horizonte 2023 – Ciclo 2018**. Brasília, 2019. Disponível em: [https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-346/EPE-NT-Planejamento%20SI-ciclo\\_2018\\_rev1.pdf](https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-346/EPE-NT-Planejamento%20SI-ciclo_2018_rev1.pdf). Consultado em 8 fev 2023.

EPE – EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Anuário Estatístico de Energia Elétrica. 2020b**. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-160/topico-168/Anu%C3%A1rio%20Estat%C3%ADstico%20de%20Energia%20El%C3%A9trica%202020.pdf>. Acesso em 7 out. 2021.

EPE - EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Balço Energético Nacional - Relatório Síntese**. Brasília, 2022. Disponível em: [https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-675/topico-631/BEN\\_S%C3%ADntese\\_2022\\_PT.pdf](https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-675/topico-631/BEN_S%C3%ADntese_2022_PT.pdf). Acesso em 14 nov 2022

EPE – EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Painel de Dados de Micro e Minigeração Distribuída**. 2023. Disponível em: <https://dashboard.epe.gov.br/apps/pdgd/>. Acesso em 7 abr 2023

FGVCES - CENTRO DE ESTUDOS EM SUSTENTABILIDADE DA FUNDAÇÃO GETULIO VARGAS. **Financiamento para Energia Solar Fotovoltaica em Geração Distribuída**. São Paulo, p.80. 2018. Disponível em: [http://mediadrawer.gvces.com.br/publicacoes-2/original/fgvces-financiamento\\_para\\_energia\\_solar-2018.pdf](http://mediadrawer.gvces.com.br/publicacoes-2/original/fgvces-financiamento_para_energia_solar-2018.pdf). Acesso em 10 out 2022

GUIMARÃES, A. S. A Avaliação de Políticas Públicas do Senado Federal (2014-2017): notas de pesquisa. Brasília: Núcleo de Estudos e Pesquisas/CONLEG/Senado, setembro/2019. **Texto para Discussão n. 263**. Disponível em: <https://www12.senado.leg.br/publicacoes/estudos-legislativos/tipos-de-estudos/textos-para-discussao/td263>. Acesso em: 10 out. 2021.

GULAGI, A., RAM, M., *et al.* **The role of renewables for rapid transitioning of the power sector across states in India**. *Nat Commun* 13, 5499. 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41467-022-33048-8>. Acesso em 12 nov 2022

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Histórico do IPCA - Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo**, 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/precos-e-custos/9256-indice-nacional-de-precosconsumidor-amplo.html?edicao=20932&t=series-historicas>. Consultado em 15 out 2022.

IDEAL - INSTITUTO PARA O DESENVOLVIMENTO DE ENERGIAS ALTERNATIVAS NA AMÉRICA LATINA. **O Mercado Brasileiro de Geração Distribuída Fotovoltaica**, 2019. Disponível em: [https://issuu.com/idealeco\\_logicas/docs/o\\_mercado\\_brasileiro\\_de\\_gera\\_\\_o\\_distribu\\_da\\_fv\\_-\\_e/30](https://issuu.com/idealeco_logicas/docs/o_mercado_brasileiro_de_gera__o_distribu_da_fv_-_e/30). Acesso em: 10 out 2022.

IDEC - INSTITUTO BRASILEIRO DE DEFESA DO CONSUMIDOR. **O efeito “Robin Hood às avessas” da energia solar**. São Paulo, 2021. Disponível em: [https://idec.org.br/sites/default/files/estudo\\_gd\\_robin\\_hood\\_as\\_avessas\\_2\\_1.pdf](https://idec.org.br/sites/default/files/estudo_gd_robin_hood_as_avessas_2_1.pdf). Acesso em 2 out 2022

IEA - INTERNATIONAL ENERGY AGENCY; PVPS - PHOTOVOLTAIC POWER SYSTEMS PROGRAMME. **Snapshot 2022**. Bruxelas, 2022a. Disponível em: <https://iea-pvps.org/wp-content/uploads/2022/04/Snapshot-2022-Figures-and-tables.pptx>. Consultado em 10 abr 2023

IEA - INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. **Special Report on Solar PV Global Supply Chains**. França. 2022b. Disponível em: <https://iea.blob.core.windows.net/assets/d2ee601d-6b1a-4cd2-a0e8-db02dc64332c/SpecialReportonSolarPVGlobalSupplyChains.pdf>. Consultado em 2 mai 2023.

IEA - INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. **Unlocking the Potential of Distributed Energy Resources Power system opportunities and best practices**. Paris. 2022c. Disponível em: [https://iea.blob.core.windows.net/assets/3520710c-c828-4001-911c-ae78b645ce67/UnlockingthePotentialofDERs\\_Powersystemopportunitiesandbestpractices.pdf](https://iea.blob.core.windows.net/assets/3520710c-c828-4001-911c-ae78b645ce67/UnlockingthePotentialofDERs_Powersystemopportunitiesandbestpractices.pdf). Consultado em: 2 fev 2023.

IFI - INSTITUTO FISCAL INDEPENDENTE. **Relatório de Acompanhamento Fiscal**, p. 3. Senado Federal, 2021. Disponível em: [https://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/583296/RAF48\\_JAN2021\\_3\\_Orcamento.pdf](https://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/583296/RAF48_JAN2021_3_Orcamento.pdf). Acesso em 9 out. 2021

INPE - INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Atlas Brasileiro de Energia Solar**. 2ª edição. São José dos Campos. 2017. Disponível em: <https://cenariosolar.editorabrasilenergia.com.br/wp->

content/uploads/sites/8/2020/11/Atlas\_Brasileiro\_Energia\_Solar\_2a\_Edicao\_compressed.pdf. Acesso em 7 out 2022

LEAL, Daniela Silva *et al.* **O uso do gás natural na geração termelétrica e os impactos causados pela pandemia. Congresso Nacional de Engenharia de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis.** 2021. Disponível em: [http://www.editorarealize.com.br/editora/anais/conepetro/2021/TRABALHO\\_EV147\\_MD1\\_SA5\\_ID47\\_07052021201728.pdf](http://www.editorarealize.com.br/editora/anais/conepetro/2021/TRABALHO_EV147_MD1_SA5_ID47_07052021201728.pdf). Acesso em 16 nov 2022.

LIMA, Thiago Ferreira. **Análise de Retorno de Investimento de Sistema Fotovoltaico On Grid.** PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO DE JANEIRO. Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: <https://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/33944/33944.PDF>. Acesso em: 16 nov 2022.

LOWI, Theodore J. American Business, *Public Policy, Case-Studies, and Political Theory.* **World Politics**, v. 16, n.º 4, 1964, p. 677-715. Disponível em: <http://www.jstor.org/stable/2009452>. Acesso em 5 out. 2021.

LOWI, Theodore. ***Distribution, regulation, redistribution: the functions of government.*** W.W. Norton e Company Inc. NY, 1966. Tradução de André Villalobos disponível em: [https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4855817/mod\\_resource/content/1/Distribuicao-Regulacao-Redistribuicao-Lowi.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4855817/mod_resource/content/1/Distribuicao-Regulacao-Redistribuicao-Lowi.pdf). Acesso em 10 nov 2022

LOWI, Theodore J. ***Decision Making vs. Policy Making: Toward an antidote for technocracy.*** Public Administration Review, Vol. 30, n.º 3, 1970, p. 314 a 325. Disponível em: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=sih&AN=4600348&lang=pt-br&site=ehostlive>. Acesso em: 5 out. 2021.

MATTAR, C.A.C., 2014. **Avaliação dos resultados da Resolução Normativa nº 482/2012 na visão do Regulador.** SEMINÁRIO MICRO E MINIGERAÇÃO DISTRIBUÍDA – IMPACTOS DA RESOLUÇÃO NORMATIVA Nº 482/12, Brasília, 09/04/2014.

MENEGUIN, Fernando Boarato; SILVA, Rafael Silveira. **Avaliação de impacto legislativo: cenários e perspectivas para sua aplicação.** Brasília. Senado Federal, Coordenação de Edições Técnicas (CET), 2017. Disponível em <http://www2.senado.leg.br/bdsf/handle/id/535244>. Acesso em 5 out 2022

MANÇO, Jose Roberto Xavier; GOMES, Leonardo Lima. **A geração distribuída e as tarifas do setor elétrico brasileiro:** Estudo sobre os efeitos nas distribuidoras de energia do estado de São Paulo. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Especialização em Políticas Públicas e Gestão Governamental nos Setores Energético e Mineral). PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO DE JANEIRO. Brasília, 2017. Disponível em: <https://antigo.aneel.gov.br/documents/656835/14876412/Especializa%C3%A7%C3%A3o+JOS%C3%89+ROBERTO+XAVIER+MAN%C3%87O+2017.pdf/1d5891b3-c02f-0cde-9664-08415bafb54e>. Acesso em 20 abr. 2021

MANCUSO, Wagner Pralon, MOREIRA, Davi Cordeiro. Benefícios tributários valem a pena?: um estudo de formulação de políticas públicas. **Revista de Sociologia e Política**, v.21, n.45, Mar

2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0104-44782013000100009>. Acesso em 10 fev 2023.

MOREIRA, Leandro Caixeta. **Um novo Mercado de Energia Elétrica para o Brasil**. Dissertação (Mestrado em Economia do Setor Público) – Escola Superior de Administração Fazendária e Universidade de Brasília. Brasília, 2016.

NREL - NATIONAL RENEWABLE ENERGY LABORATORY. US Department of Energy. **U.S. Solar Photovoltaic System and Energy Storage Cost Benchmark**. Golden, CO, 2021. Disponível em: <https://www.nrel.gov/docs/fy21osti/77324.pdf>. Consultado em: 4 abr 2023.

NUNES, Edson. **O Quarto Poder: Gênese, Contexto, Perspectiva e Controle das Agências Regulatórias**. Paper submetido ao SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE AGÊNCIAS REGULADORAS DE SERVIÇOS PÚBLICOS. Instituto Hélio Beltrão. Brasília, 2001.

O GLOBO. **Bolsonaro diz que não haverá taxaço de energia solar**. 7 jan. 2020. Disponível em: <https://oglobo.globo.com/economia/bolsonaro-diz-que-nao-havera-taxacao-de-energia-solar-24176399> Acesso em 7 out. 2021.

ONS – OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO. **Sobre o SIN: O Sistema em Números**. 2021. Disponível em: <http://www.ons.org.br/paginas/sobre-o-sin/o-sistema-em-numeros>. Consultado em 7 out. 2021.

ONS – OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO. **Plano da Operação Energética 2022/2026** (PEN 2022). Relatório das Condições de Atendimento. Rio de Janeiro. Out. 2022. Disponível em: [https://www.ons.org.br/AcervoDigitalDocumentosEPublicacoes/NT-ONS%20DPL%200102-2022\\_PEN%202022%20-%20Condi%C3%A7%C3%B5es%20de%20Atendimento.pdf](https://www.ons.org.br/AcervoDigitalDocumentosEPublicacoes/NT-ONS%20DPL%200102-2022_PEN%202022%20-%20Condi%C3%A7%C3%B5es%20de%20Atendimento.pdf). Consultado em: 2 mar 2023.

PARAG, Yael; SOVACOOOL, Benjamin K. Sovacool. Electricity market design for the prosumer era. **Nature Energy** **1**, 16032, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/nenergy.2016.32>. Consultado em 29 abr 2023.

POULLIKKAS, Andreas; KOURTIS, George, and HADJIPASCHALIS, Ioannis. A review of net metering mechanism for electricity renewable energy sources. **International Journal of Energy and Environment**, v. 4, n. 6, 2013. Disponível em: [http://www.ijee.ieefoundation.org/vol4/issue6/IJEE\\_06\\_v4n6.pdf](http://www.ijee.ieefoundation.org/vol4/issue6/IJEE_06_v4n6.pdf). Acesso em 27 out 2022.

POULLIKKAS, Andreas. *A comparative assessment of net metering and feed in tariff schemes for residential PV systems*. **Sustainable Energy Technologies and Assessments**, v. 3, n.1, Sep 2013, p. 1-8. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2213138813000313>. Consultado em: 3 mar 2023.

RASKIN, David B. The Regulatory Challenge Of Distributed Generation, **4 Harv. Bus. L. Rev. Online** 38, 2013. Disponível em: <http://www.hblr.org/?p=3673>. Consultado em: 12/09/2022

SALES, Claudio; UHLIG, Alexandre. A energia renovável variável. **Valor Econômico**. São Paulo, 10 de Outubro de 2017. Disponível em: <https://gesel.ie.ufrj.br/app/webroot/files/IFES/BV/sales90.pdf>. Consultado em 9 mai 2023.

SECCHI, Leonardo. **Políticas públicas**: conceitos, esquemas de análise, casos práticos. 2ª edição. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

SILVA, Rafael Silveira; ARAÚJO, Suely Mara Vaz Guimarães de. Ainda vale a pena legislar: a atuação dos *agenda holders* no Congresso brasileiro. **Revista de Sociologia e Política**, Curitiba, v. 21, n. 48, p. 19-50, dez. 2013. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0104-44782013000400002>. Acesso em 2 out. 2021.

SOUZA, Patrícia Laczynski. **Políticas Redistributivas e a Redução das Desigualdades**. Fundação Getúlio Vargas. São Paulo, 2012. Disponível em: [https://gvpesquisa.fgv.br/sites/gvpesquisa.fgv.br/files/patricia\\_laczynski\\_de\\_souza.pdf](https://gvpesquisa.fgv.br/sites/gvpesquisa.fgv.br/files/patricia_laczynski_de_souza.pdf). Acesso em 15 out 2022

TIAGO FILHO, G. L.; ROSA, C. A. Análise da capacidade de amortização dos passivos energéticos e ambientais dos painéis fotovoltaicos. **Revista Brasileira de Energia**, v. 19, n. 1, p. 171–194, 2013. Disponível em: <https://sbpe.org.br/index.php/rbe/article/view/298/279>

TOLMASQUIM, Maurício. **Novo Modelo do Setor Elétrico Brasileiro**. 2. ed. Rio de Janeiro: Editora Synergia; 2015.

TOLMASQUIM, Mauricio. **Energia Renovável: Hidráulica, Biomassa, Eólica, Solar, Oceânica** – Empresa de Pesquisa Energética: Rio de Janeiro, 2016. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-172/Energia%20Renov%C3%A1vel%20-%20Online%2016maio2016.pdf>. Acesso em 20 abr. 2021

TREVISAN, Andrei Pittol. VAN BELLEN, Hans Michael. **Avaliação de políticas públicas**: uma revisão teórica de um campo em construção. 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rap/a/bCWckwnwrvF8Pb9kDtjDgy/?lang=pt>. Acesso em: 8 out. 2021.

TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO (TCU). **Relatório e Acórdão 3.063/2020 – Plenário**. Brasília, 2020. Disponível em: <https://contas.tcu.gov.br/sagas/SvIVisualizarRelVotoAc?codFiltro=SAGAS-SESSAO-ENCERRADA&seOcultaPagina=S&item0=719601>. Acesso em 7 out. 2021.

VEDUNG, Evert Oskar. **Public Policy and Program Evaluation**. New York: Routledge, 1997.

VIOLANTE, A. R.; PEDONE, L. Avaliação da implementação da cooperação sul-sul do Brasil com São Tomé e Príncipe nos governos Cardoso, Lula e Rousseff. **Brazilian Journal of International Relations**, Marília, SP, v. 9, n. 3, p. 491–530, 2021. DOI: 10.36311/2237-7743.2020.v9n3.p491-530. Disponível em: <https://revistas.marilia.unesp.br/index.php/bjir/article/view/10225>. Acesso em: 20 maio. 2023.

ZHANG, Lei; QIN, Quande; WEI, Yi-Ming. China's distributed energy policies: Evolution, instruments and recommendation. **Energy Policy**, n. 125, p. 55-64, jan. 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421518306827/pdf?md5=e1f0fa825176c5298464c3dc827f1eae&pid=1-s2.0-S0301421518306827-main.pdf>. Consultado em: 10 abr 2023.