



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS, ENERGIA E
AMBIENTE
CENTRO INTERDISCIPLINAR DE ENERGIA E AMBIENTE (CIEnAm)
DOUTORADO EM CIÊNCIAS, ENERGIA E AMBIENTE

FELIPE BARROCO FONTES CUNHA

AVALIAÇÃO DE POLÍTICAS REGULATÓRIAS PARA A GERAÇÃO
DISTRIBUÍDA NO SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO

Salvador
2021

FELIPE BARROCO FONTES CUNHA

**AVALIAÇÃO DE POLÍTICAS REGULATÓRIAS PARA A GERAÇÃO
DISTRIBUÍDA NO SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências, Energia e Ambiente, Centro Interdisciplinar de Energia e Ambiente, Universidade Federal da Bahia, como requisito para obtenção do grau de Doutor em Ciências, Energia e Ambiente.

Orientadores: Prof. Dr. Ednildo Andrade Torres
Prof. Dr. Marcelo Santana Silva

Co-Orientador: Prof. Dr. Celso Luiz B. de Castro

Salvador
2021

FICHA CATALOGRÁFICA

Cunha, Felipe Barroco Fontes.

Avaliação de políticas regulatórias para geração distribuída no setor elétrico brasileiro / Felipe Barroco Fontes Cunha – Salvador, 2021.

159 f. : il. color .

Orientadores: Prof. Dr. Ednildo Andrade Torres.

Prof. Dr. Marcelo Santana Silva.

Co-orientador: Prof. Dr. Celso Luiz B. de Castro.

Tese (doutorado) – Universidade Federal da Bahia. Escola Politécnica, 2021.

1. Energia elétrica. 2. Energia – Fontes alternativas. 3. Geração de energia fotovoltaica. 4. Energia elétrica - Custos. I. Torres, Ednildo Andrade. II. Silva, Marcelo Santana. III. Castro, Celso Luiz B. de. IV. Universidade Federal da Bahia. V. Título.

CDD: 621.3

TERMO DE APROVAÇÃO

TERMO DE APROVAÇÃO

FELIPE BARROCO FONTES CUNHA

"AVALIAÇÃO DE POLÍTICAS REGULATÓRIAS PARA GERAÇÃO DISTRIBUÍDA NO SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO".

Tese aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Doutor em Energia e Ambiente, Universidade Federal da Bahia, pela seguinte banca examinadora:

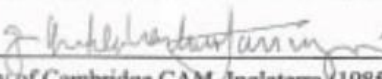
Prof. Dr. Ednildo Andrade Torres 
Doutor em Engenharia Mecânica pela Universidade Estadual de Campinas, Brasil (1999).

Prof. Dr. Marcelo Santana Silva 
Doutor em Energia e Ambiente pela Universidade Federal da Bahia, UFBA, Brasil (2015)

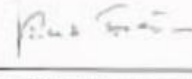
Prof. Dr. Celso Luiz Braga de Castro 
Doutor em Direito pela Universidade Federal de Pernambuco, UFPE, Brasil (2006).

Prof. Dr. Francisco Lima Cruz Teixeira 
Doutor em Política de Ciência e Tecnologia pela University of Sussex, Inglaterra (1985).

Prof. Dr. Oswaldo dos Santos Lucon 
Doutor em Interunidades em Energia pela Universidade de São Paulo, USP, Brasil, 2003.

Prof. Dr. Gilberto de Martino Jannuzzi 
Doutor em Energy Studies pela University of Cambridge, CAM, Inglaterra (1985)

Prof. Dr. Wilson Negrão Macêdo 
Doutor em Energia pela Universidade de São Paulo, USP, Brasil (2006)

Prof. Dr. Vincenzo Torretta 
Doutor em Engenharia Sanitária pela Politécnico di Milano; Itália (1993)

Salvador, 26 de julho de 2021.

A todos os Deuses da Bahia e do além mar
pelas conquistas nesta incrível e desafiadora Jornada.

À Carmen, Francesco, demais familiares e amigos
pelo apoio, compreensão e companhia neste percurso
de união e dissolução, questionamentos e descobertas.

AGRADECIMENTOS

Aos meus orientadores nesta jornada, Professor Ednildo Andrade Torres, Professor Marcelo Santana Silva e Professor Celso Castro, minha admiração e eterna gratidão pelas lições e auxílio no desenvolvimento do presente trabalho, cuja atenção, colaboração e disponibilidade ultrapassaram todas as expectativas. Agradeço imensamente também pelas inúmeras observações e comentários, que se mostraram extremamente importantes na condução do meu percurso de doutoramento e enriquecedoras ao estudo em tela.

Minha eterna gratidão ao Programa de Pós-Graduação em Energia e Ambiente, na pessoa dos Professores Caio Castilho e Jardel Pereira, que o coordenaram o programa neste período, e a Universidade Federal da Bahia por, mais uma vez, me abrir as portas a novos conhecimentos e me dar tantas oportunidades.

Ao Professor Paolo Tartarini e a Professora Maria Santini minha gratidão pelas oportunidades e acolhimento junto à Universidade de Modena e Reggio Emilia. Um agradecimento especial à Dott.ssa. Claudia Carani e a todos os colegas da Agenzia per l'Energia e lo Sviluppo Sostenibile que me acolheram durante os períodos de intercâmbio. Agradeço imensamente também ao Professor Carlo Alberto Nucci e a todos os colegas do Grupo de Pesquisa em Sistemas de Energia Elétrica da Universidade de Bolonha. Muito obrigado pela confiança e acolhimento, momentos de trocas, ideias, parcerias e projetos compartilhados, em especial no âmbito de GECO.

À Professora Denise Sara Key pela ajuda com os artigos em inglês, em especial por todos os comentários e sugestões dados ao longo das inúmeras revisões, para buscar imprimir mais rigor e clareza às ideias e aos textos, exercendo papel fundamental no desenvolvimento dos artigos, que se materializaram em publicações nos periódicos internacionais.

À Chloy Vlamidis e Raimunda Alves Milet meu agradecimento especial por toda a disponibilidade demonstrada sempre que solicitadas. E por abrirem as portas das suas comunidades e me introduzirem respectivamente nas realidades do Pilastro à Bolonha e dos Condomínios Morada do Salitre e Praia do Rodeadouro em Juazeiro.

Aos meus sócios, Antônio Moreira e Daniel Gallo, bem como a todos os profissionais que integraram o Escritório Barroco, Moreira e Gallo e que assumiram grande parte de minhas funções, além de darem o suporte e o apoio necessários para que pudesse executar minhas atividades acadêmicas e profissionais neste período. Um agradecimento especial a Luciana Mutti, que, além do suporte no escritório, me ajudou com a revisão do texto e organização de dados da pesquisa de campo e ações junto aos condomínios de Juazeiro.

À Vera Araújo por todo o suporte ao longo deste período, fundamental para que as coisas acontecessem no dia a dia junto à UFBA, e aos meus colegas do Laboratório de Energia e Gás (LEN/UFBA) pelas trocas e parcerias ao longo desta jornada, em especial nas pessoas de Ane Borges, Airton Carneiro, Csaba Sulyok, Daniel Koukuloui, Fábio Fernandes, Felipe Torres, José Alexandre Santos, Márcia Luna, Marcos Scaramussa Jr., Maria Cândida Mousinho, Pieter de Jong e Roberto Fortuna.

Obrigado a todos por contribuírem de forma decisiva para o meu crescimento pessoal e profissional nesta longa travessia, que certamente foi menos solitária graças a vocês.

Este trabalho recebeu apoio financeiro da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES, por meio da bolsa estudos de doutorado junto ao programa de Pós-graduação em Ciência, Energia e Ambiente (PGenAm) da Universidade Federal da Bahia, além de apoio financeiro para realização do Doutorado Sanduíche na Itália, junto à Universidade de Modena e Reggio Emília. Agradeço também ao fundo Europeu EIT Climate-KIC e a Agenzia per l'Energia e lo Sviluppo Sostenibile, pelo suporte financeiro que permitiu acompanhar o projeto GECCO: Green Energy Community.

“O trem das renováveis está a entrar nos eixos, mas está a operacionalizar numa infraestrutura do século XX – um sistema baseado num modo de pensar ultrapassado onde a carga convencional é gerada por combustíveis fósseis e energia nuclear. Para acelerar a transição para um futuro climaticamente mais seguro e saudável, precisamos de construir o equivalente a uma rede ferroviária de alta velocidade – um sistema inteligente, mais flexível que maximize a utilização das várias fontes de energia renovável e que acomode a geração descentralizada e de base comunitária.”

Arthouros Zervos, Chair of the Renewable Energy Policy Network for the 21st Century
(REN21)

CUNHA, Felipe Barroco Fontes. Avaliação de Políticas Regulatórias para a Geração Distribuída no Setor Elétrico Brasileiro. 311 p. il. 2021. Tese (Doutorado) - Centro Interdisciplinar de Energia e Ambiente, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2021.

RESUMO

A geração distribuída (GD) tem papel relevante a desempenhar na matriz elétrica como vetor de otimização da rede de distribuição, por meio da inserção da geração local como forma de redução das perdas elétricas, alívio da carga do Sistema Interligado Nacional (SIN) e engajamento dos usuários finais na implementação da transição energética para uma sociedade de baixo carbono. Entre as fontes renováveis distribuídas, a fotovoltaica (FV) tem representado quase a totalidade da potência instalada nos últimos anos. A GD FV também se destaca pela alta taxa de geração de empregos na instalação, custos decrescentes e por ser localizada perto do local de consumo, não requerendo áreas extensas ou longas linhas de transmissão para sua implementação. No Brasil, a inserção da GD vem ocorrendo quase que exclusivamente por meio do sistema de compensação de energia (SCE), que apresenta limites e sinais de esgotamento, na medida em que se baseia em um subsídio cruzado que beneficia os aderentes, em detrimento do conjunto de usuários do sistema, além de não estimular a contemporaneidade entre produção e consumo da energia, visto que vale-se do potencial de armazenamento do SIN. O marco legal do Setor Elétrico Brasileiro (SEB) está em processo de reforma e propostas específicas sobre o SCE vem sendo debatidas no Congresso Nacional. O presente trabalho visa analisar o arcabouço jurídico vigente e as propostas de alteração em debate, em especial as apresentadas pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) e os projetos de lei n. 5.829/2019 e 2.215/2020 para propor alterações regulatórias que possam acelerar a transição energética do SEB, por meio da integração da GD de forma mais coordenada e custo-efetiva do que atualmente realizada. A pesquisa é qualitativa, descritiva e exploratória. Realizou-se vasta pesquisa bibliográfica e documental, além de entrevistas e questionários com especialistas, agentes do setor elétrico e partes interessadas. Como objetos de pesquisa de campo, foram escolhidos dois projetos pilotos de geração comunitária em habitações populares, um em Juazeiro, Bahia, Brasil e outro em Bolonha, Itália. Para interpretação dos dados coletados, utilizou-se o método da análise de conteúdo e de impacto regulatório, o método funcional do direito comparado e a triangulação de dados. O estudo demonstra a necessidade de inovações nas dimensões social, política-regulatória e de *governance* para o aperfeiçoamento do marco legal do setor elétrico, otimizando as oportunidades econômicas, sociais e ambientais geradas pela inserção da GD e aceleração da transição energética no Brasil. Propõe-se que: (i) a reforma do setor busque consolidar a regulação por meio de normas jurídicas de maior hierarquia; (ii) a construção de um modelo de inserção da GD que privilegie o autoconsumo instantâneo e coletivo das energias renováveis geradas localmente de forma estratégica e coordenada, privilegiando sua integração em pontos prioritários da rede de distribuição, viabilizando a maximização dos seus potenciais benefícios. (iii) a reforma do Instituto da Chamada Pública (ICP) para permitir a apropriação de parte dos benefícios econômicos obtidos com a contratação por parte dos gestores da rede de distribuição, (iv) a criação de novas modalidades de inserção da GD, que priorizem a coincidência entre geração e consumo, como o Autoconsumo Coletivo (ACC) e as Comunidades Energéticas Locais (CELs), em aprimoramento ao atual SCE. Demonstra-se também a importância da assistência técnica e o papel das concessionárias de distribuição em relação a tais iniciativas.

Palavras-chave: Marco Legal do Setor Elétrico; Geração Distribuída; Transição Energética; Comunidades Energéticas; Setor Elétrico Brasileiro; Energia Fotovoltaica.

CUNHA, Felipe Barroco Fontes. Regulatory Policies Evaluation for Distributed Generation in the Brazilian Electricity Sector. 311 p. il. 2021. Thesis (Doctorate) - Interdisciplinary Center for Energy and Environment, Federal University of Bahia, Salvador, 2021.

ABSTRACT

Distributed generation (GD) has a relevant role to play in the electrical matrix as a vector for the optimization of the distribution network, through the insertion of local generation as a way to reduce electrical losses, relieve the load of the National Interconnected System (SIN) and engage end users in implementing the energy transition to a low-carbon society. Among distributed renewable sources, photovoltaic (PV) has represented almost the entire installed power capacity in recent years. GD FV also stands out for its high rate of job creation in the installation, decreasing costs and for being located close to the place of consumption, not requiring large areas or long transmission lines for its implementation. In Brazil, the insertion of DG has been occurring almost exclusively through the energy compensation system (SCE), which is showing limits and signs of exhaustion, as it is based on a cross subsidy that benefits its users in detriment of the general system and regular users, in addition do not encouraging the contemporaneity between energy production and consumption, since it uses the storage potential of the SIN. The legal framework of the Brazilian Electric Sector (SEB) is in the process of being reformed and specific proposals on the SCE are being debated in the National Congress. This paper aims to analyze the current legal framework and the proposed under discussion, especially those presented by the National Electric Energy Agency (ANEEL) and bills n. 5,829/2019 and 2,215/2020 to propose regulatory changes that can accelerate the energy transition of the SEB, through the integration of the DG in a more coordinated and cost-effective way than currently carried out. The method used is qualitative, descriptive and exploratory. Extensive bibliographical and documentary research was carried out, as well as interviews and questionnaires with experts, agents in the electricity sector and interested parties. As objects of field research, two pilot projects for community generation in low-income housing were chosen, one in Juazeiro, Bahia, Brazil and the other in Bologna, Italy. To interpret the data collected, the method of content analysis and regulatory impact, the functional method of comparative law and data triangulation were used. The results of the study point to the need for innovations in the social, policy-regulatory and governance dimensions to improve the legal framework of the electricity sector, optimizing the economic, social and environmental opportunities generated by the insertion of the DG and achieving the energy transition in Brazil. It is proposed: (i) that sector reform seeks to consolidate regulation through higher-ranking legal norms; (ii) the construction of a GD insertion model that favors the instantaneous and collective self-consumption of locally generated renewable energies in a strategic and coordinated manner, prioritizing its integration in specific points of the distribution network, enabling the maximization of its potential benefits. (iii) the reform of the Public Call Institute (ICP) to allow the appropriation of part of the economic benefits obtained with the hiring by the distribution network managers, (iv) the creation of new modalities of insertion of the DG, which prioritize the coincidence between generation and consumption, such as Collective Self-Consumption (ACC) and Local Energy Communities (CELs), improving the current SCE. It also demonstrates the importance of technical assistance and the role of distribution concessionaires in relation to such initiatives.

Keywords: Legal Framework of the Electricity Sector; Distributed Generation; Energy Transition; Energy Communities; Brazilian Energy Sector; Photovoltaics.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Emissões globais de CO ₂ em acordo com trajetórias que limitam o aquecimento global a 1,5°C.....	19
Figura 2 - Contribuição diurna das energias eólica, FV e CST e da hidroeletricidade para a curva de carga horária, na Bahia, durante o mês de agosto	34
Figura 3 – Linha do tempo situando o projeto GECO e os diversos atos regulatórios italianos relacionados com o Autoconsumo Coletivo e Comunidade Energética Renovável.....	52
Figura 4 – Modo de Apuração da Energia Compartilhada entre os membros, nos modelos de Comunidade Energética Renovável ou Autoconsumo Coletivo	53
Figura 5 - Tipologia e conceito de Autoconsumo Coletivo (ACC) e Comunidade Energética Local (CEL)	54
Figura 6 – O horário de pico da demanda no Sistema Interligado Brasileiro, nas diferentes estações do ano, para o período de 2020 - 2021	82
Figura 7 - Os Diferentes Postos Tarifários da Tarifa Branca da Distribuidora COELBA	84
Figura 8 - Os Diferentes Postos Tarifários da Tarifa Branca da Distribuidora CELESC	84
Figura 9 - Curva Representativa de Demanda - Dia Útil - Classe Residencial	85
Figura 10 - Curva Representativa de Demanda - Dia Útil - Classe Comercial	85
Figura 11 - Consumo de energia elétrica por equipamento residencial, comparativo 2019 e estimativa para 2029.....	87
Figura 12 – Expansão Indicativa de Referência da Matriz Elétrica Brasileira, PDE 2026	88
Figura 13 – Expansão Indicativa de Referência da Matriz Elétrica Brasileira (em MW), PDE 2029 ..	89
Figura 14 – As seis alternativas para reforma do Marco Regulatório do GD no Brasil, com percentual de compensação em relação ao valor do kW/h	94
Figura 15 – Projeção de usuários do SCE nos diferentes cenários analisados pelo AIR da ANEEL (Alternativas 0 a 5) até 2035	96
Figura 16 – Comparativo entre a capacidade instalada atual e a estimativa para 2029, por fonte	100
Figura 17 – Diferença entre as emissões globais de CO ₂ projetadas e as trajetórias compatíveis com os objetivos do Acordo de Paris de 1,5°C.....	116
Figura 18 – Variação no conteúdo de carbono da eletricidade (g/kWh) na matriz elétrica de diferentes países, no período de 2008 a 2017	123
Figura 19 – Conteúdo de carbono na eletricidade em g/kWh para diferentes países no ano de 2017. 124	
Figura 20 – Evolução das emissões totais antrópicas associadas à matriz energética brasileira em MtCO ₂ -eq.....	125
Figura 21 – Matriz elétrica brasileira com a capacidade instalada centralizada e distribuída combinadas	126
Figura 22 - Exemplo Simplificado do Cálculo das Perdas de Energia Elétrica no Sistema Interligado Nacional (SIN)	131
Figura 23 - Fluxo de Perdas de GD - Zona de Benefício do Distribuidor: a) Grandes Consumidores Industriais, b) Consumidores Residenciais e Comerciais.....	132
Figura 24 – Diagrama das etapas do procedimento metodológico contempladas na Pesquisa	141
Figura 25 – Pirâmide com os Diferentes Aspectos da Metodologia Utilizada na Pesquisa	142
Figura 26 - Metodologia Convergente	145
Figura 27 - Vista aérea da cidade de Juazeiro, Brasil, com a localização dos condomínios em vermelho	164
Figura 28 - Prédios de habitação popular no condomínio Morada do Salitre em Juazeiro, Bahia, Brasil	165

Figura 29 - Equipamentos vandalizados no Centro Comunitário Morada do Salitre.....	167
Figura 30 – Exemplo ilustrativo do estado dos quadros de medidores em uma unidades dos condomínio Praia do Rodeadouro	167
Figura 31 – Painéis fotovoltaicos retirados de uma unidade dos condomínios Morada do Salitre	168
Figura 32 - Vista aérea da cidade de Bolonha, Itália, mostrando a área do Projeto GECO: Green Energy Community	177
Figura 33 - Bloco habitacional popular selecionado como caso de estudo pelo Projeto GECO, no bairro de Pilastro, Bolonha, Itália	178
Figura 34 - Avaliação das propostas selecionadas, na área do Pilastro, com base na metodologia do Projeto Neighbourhood Economics.....	179
Figura 35 - Área do projeto GECO, indicando a localização das partes interessadas envolvidas inicialmente no projeto e os alimentadores de média / baixa tensão da área (pontos em vermelho) ..	181
Figura 36 – Modelo esquemático do sistema de controle do fluxo de energia desenvolvido por UniBo para GECO	186
Figura 37 – Modelo esquemático do quadro normativo atual, das propostas apresentadas na tese e com seus respectivos esquemas de remuneração	207
Figura 38 – Mapa do potencial de geração solar FV em termos do rendimento energético anual para todo o Brasil (medido em kWh/kWp ano no perfil de cores), admitindo uma taxa de desempenho de 80% para geradores FV fixos e distribuição da população brasileira nas cidades.....	253
Figura 39 - Financiamento público total destinado às fontes fósseis por país (média anual 2014-2016 e 2017-2018) em Bilhões de US\$.	307
Figura 40 – Suporte governamental dos países do G20 aos combustíveis fósseis (médias anuais de 2014-2016 e 2017–2019, em bilhões de US\$).....	307

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Diretivas do Pacote de Energia Limpa - Energia Limpa para Todos os Europeus com detalhes de aprovação e data de transposição.....	45
Tabela 2 - Conceitos de Comunidade de Energética Renovável - REC e Comunidade de Energética Cidadã - CEC	47
Tabela 3 - Comparativo entre os conceitos de Comunidade de Energética Renovável - REC e Comunidade de Energética dos Cidadãos – CEC.....	48
Tabela 4 - Domínios de ação para uma comunidade energética, impacto potencial esperado, disponibilidade de dados presente ou potencial dentro de investimentos em escala de tempo breve ...	55
Tabela 5 - Principais Marcos Regulatórios da Geração Distribuída no Brasil	63
Tabela 6 - Valores Anuais Específicos de Referência (VRES) para contratação de geração distribuída via instituto da chamada pública	65
Tabela 7 - Evolução da Capacidade Instalada (kW) de Geração Distribuída Associada a Unidade Consumidora com base na Resolução ANEEL n. 482/2012, 2011 - 2021.....	71
Tabela 8 - Unidades Consumidoras com Geração Distribuída Associada, Conectadas ao SIN, com base na Resolução ANEEL n. 482/2012, 2011 - 2021	73
Tabela 9 - Potência Instalada Micro e Mini GD, por Setor (kW), em 12/04/2021	74
Tabela 10 – Dados da Expansão Indicativa de Referência da Matriz Elétrica Brasileira (em MW), PDE2029	89
Tabela 11 - Principais Encargos Setoriais no Setor Elétrico Brasileiro.	91
Tabela 12 - Composição da tarifa de eletricidade federal no Brasil.....	92
Tabela 13 – Projetos de Lei com propostas de reforma do Sistema de Compensação de Energia no Congresso Nacional.....	98
Tabela 14 - Síntese dos Incentivos à Geração Distribuída no Brasil.....	106
Tabela 15 - Classificação dos países com base em promessas e metas relacionadas ao Acordo de Paris sobre Mudanças Climáticas e emissões anuais de GEE sem contribuições do Uso da Terra, Mudança do Uso da Terra e Florestas (LULUCF), destacando os 10 maiores emissores	117
Tabela 16 - Escala Likert adotada no estudo.....	150
Tabela 17 - Técnicas Metodológicas Empregadas para a Consecução dos Objetivos Específicos	157
Tabela 18 - Resumo dos resultados encontrados pela pesquisa na plataforma virtual Science Direct	158
Tabela 19 - Sumário de Entrevistas da Pesquisa no Brasil	161
Tabela 20 - Sumário de Entrevistas da Pesquisa na Itália	162
Tabela 21 – Critérios de seleção aplicados na avaliação das propostas selecionadas na área do Pilastro pelo Projeto <i>Neighbourhood Economics</i>	179
Tabela 22 - Representação das Principais Instituições Envolvidas no Processo de Transição Energética no Brasil e na Itália.....	187
Tabela 23 – Controle das distribuidoras consultadas em 2017 sobre a utilização do instituto da chamada pública	199
Tabela 24 – Principais informações obtidas na consulta ao Fala.BR em 2021, a respeito da utilização do instituto da consulta pública pelas distribuidoras.....	200

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Relação entre a Variação Percentual Anual do PIB e Consumo de Energia Elétrica no Brasil, 1996 - 2020.....	59
Gráfico 2 - Evolução da Capacidade Instalada (kW) de Geração Distribuída Associada a Unidade Consumidora no Brasil, com base na Resolução ANEEL n. 482/2012, 2011 - 2021	71
Gráfico 3 - Evolução das Emissões de Gases de Efeito Estufa da Matriz Elétrica Brasileira, 2006 - 2019	122
Gráfico 4 - Renda mensal familiar dos moradores	169
Gráfico 5 - Opiniões dos moradores sobre a instalação de painéis solares nos condomínios	169
Gráfico 6 - Limitação de uso de eletrodomésticos devido ao custo de energia.....	170
Gráfico 7 – Intenção de aquisição de outros eletrodomésticos, caso o custo de energia seja menor. .	171
Gráfico 8 – Porcentagem de pessoas que afirmaram que já evitaram ficar em casa por causa do calor excessivo	171
Gráfico 9 – Porcentagem de pessoas que afirmaram que menores gastos com energia possibilitariam mais conforto no lar.....	172
Gráfico 10 – Sugestões dos moradores para aprimoramento do projeto.....	172

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABEEOLICA	Associação Brasileira de Energia Eólica
ABSOLAR	Associação Brasileira de Energia Solar FV
ABRACE	Associação Brasileira dos Grandes Consumidores de Energia e Consumidores Livres
ABRACEEL	Associação Brasileira dos Comercializadores de Energia
ABRADEE	Associação Brasileira de Distribuidores de Energia Elétrica
ABRADEMP	Associação Brasileira de Distribuidoras de Energia de Menor Porte
ABIAPE	Associação Brasileira dos Investidores em Autoprodução de Energia
ABRAGEL	Associação Brasileira de Geração de Energia Limpa
ACL	Ambiente de Contratação Livre
ACR	Ambiente de Contratação Regulada
AESS	<i>Agenzia per l'Energia e lo Sviluppo Sostenibile</i>
ANA	Agência Nacional de Águas
ANACE	Associação Nacional dos Consumidores de Energia
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
BEN	Balanco Energético Nacional
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
CA	Corrente Alternada
CC	Corrente Contínua
CCC	Conta de Consumo de Combustíveis Fósseis
CCEAR	Contratos de Comercialização de Energia Elétrica em Ambiente Regulado
CCEE	Câmara de Comercialização de Energia Elétrica
CDE	Conta de Desenvolvimento Energético
CELESC	Centrais Elétricas de Santa Catarina S.A.
CEMIG	Companhia Energética de Minas Gerais
CHESF	Companhia Hidrelétrica do São Francisco
CIENAM	Centro Interdisciplinar em Energia e Ambiente
CMO	Custos Marginais de Operação
CMR	Custo Marginal de Referência
CMSE	Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico
CNPE	Conselho Nacional de Política Energética

COELBA	Companhia de Eletricidade do Estado da Bahia
CONACEN	Conselho Nacional de Consumidores de Energia Elétrica
COPPE	Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia
DEC	Duração Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora
DIC	Duração de Interrupção Individual por Unidade Consumidora
ELETOBRAS	Centrais Elétricas Brasileiras S.A.
ELETROSUL	Empresa Transmissora de Energia Elétrica do Sul do Brasil S.A.
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
EPIA	<i>European PV Industry Association</i> (Associação Europeia da Indústria FV)
FIRJAN	Federação de Indústrias do Estado do Rio de Janeiro
FV	Fotovoltaico
GD	Geração Distribuída
GEE	Gases de Efeito Estufa
GESEL	Grupo de Estudos do Setor Elétrico
GLD	Gerenciamento pelo Lado da Demanda
GTD	Geração, Transmissão e Distribuição
GW	Gigawatt
GWh	Gigawatt-hora
GWmed	Gigawatt médio
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICB	Índice Custo Benefício
ICMS	Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Prestação de Serviços
IDEC	Instituto Brasileiro de Defesa do Consumidor
IEA	<i>International Energy Agency</i>
IEE	Instituto de Energia e Ambiente
INEE	Instituto Nacional de Eficiência Energética
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
kV	Quilovolts
kW	Quilowatt
kWh	Quilowatt-hora
kWp	Quilowatt-pico
LABSOLAR	Laboratório de Energia Solar
LEE	Leilões de Energia Existente

LEN	Leilão de Energia Nova
LER	Leilão de Energia de Reserva
LFA	Leilão de Fontes Alternativas
MDL	Mecanismo de Desenvolvimento Limpo
MFDC	Método Funcional de Direito Comparado
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MME	Ministério de Minas e Energia
MP	Medida Provisória
MRE	Mecanismo de Realocação de Energia
MW	Megawatt
MWh	Megawatt-hora
MWp	Megawatt-pico
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
ONS	Operador Nacional do Sistema
PCH	Pequenas Centrais Hidrelétricas
PDE	Plano Decenal de Expansão de Energia
PDL	Preços de Liquidação das Diferenças
PEI	Programa Pós-Graduação em Engenharia Industrial
PETROBRÁS	Petróleo Brasileiro S.A.
PIB	Produto Interno Bruto
PIS	Programa de Integração Social
PMCMV	Programa Minha Casa, Minha Vida
PNE	Planos Nacionais de Energia
PNUMA	Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
PPA	<i>Power Purchase Agreements</i>
PRODIST	Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional
PRODEEM	Programa de Desenvolvimento Energético dos Estados e Municípios
PROINFA	Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia
SE	Subestação
SFIRE	Sistemas Fotovoltaicos Interligados à Rede Elétrica
SIN	Sistema Interligado Nacional
Tep	Toneladas Equivalentes de Petróleo
TSEE	Tarifa Social de Energia Elétrica

TUSD	Tarifas de Uso do Sistema de Distribuição
TUST	Tarifas de Uso do Sistema de Transmissão
TWh	Terawatt-hora
UFBA	Universidade Federal da Bahia
UFRJ	Universidade Federal do Rio de Janeiro
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina
UNIMORE	<i>Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia</i>
UNIBO	<i>Università di Bologna</i>
USP	Universidade de São Paulo
UTE	Usinas Termelétricas
VRES	Valores Anuais Específicos de Referência

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	18
1.1 JUSTIFICATIVA.....	24
1.2 OBJETIVOS.....	26
1.2.1 Objetivo Geral	26
1.2.2 Objetivos Específicos.....	26
1.3 LIMITAÇÕES DA PESQUISA	27
1.4 ESTRUTURA DA TESE	28
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	30
2.1 A TRANSIÇÃO ENERGÉTICA E O FUTURO DO SETOR ELÉTRICO	30
2.1.1 Participação ativa e flexibilidade como vetores para inserção da geração distribuída renovável.....	31
<i>2.1.1.1 Experiências de criação de um mercado de serviços de flexibilidade</i>	<i>37</i>
2.1.2 Democracia energética, participação ativa e o futuro do sistema elétrico	38
2.1.2 A inserção da geração distribuída no mundo	41
2.1.4 A experiência recente da União Europeia com comunidades energéticas.....	44
<i>2.1.4.1 A experiência Italiana com as comunidades energéticas renováveis</i>	<i>52</i>
2.2 QUADRO LEGAL DA GERAÇÃO DISTRIBUÍDA NO BRASIL	58
2.2.1 Marco legal do setor elétrico brasileiro: cenário atual	58
2.2.2 Energia renovável e geração distribuída no Brasil: quadro legal e políticas públicas de promoção	61
<i>2.2.2.1 O Instituto da Chamada Pública para contratação de geração distribuída pelas concessionárias da rede de distribuição</i>	<i>64</i>
<i>2.2.2.2 O sistema de compensação de energia e a inserção da micro e minigeração no setor elétrico brasileiro.....</i>	<i>67</i>
<i>2.2.2.3 Tarifas e subsídios cruzados no sistema de compensação de energia do setor elétrico brasileiro</i>	<i>75</i>
<i>2.2.2.4 Gestão da Demanda, Tarifa Branca e o Sistema de Compensação de Energia.....</i>	<i>80</i>
2.2.4 As atuais propostas de reforma do Sistema de Compensação de Energia (SCE).....	89
<i>2.2.4.1 A proposta de reforma apresentada pela ANEEL</i>	<i>89</i>
<i>2.2.4.2 As propostas de reforma em trâmite no Congresso Nacional: Projetos de Lei n.º 5.829/2019, 2.215/2020 e o Anteprojeto do Código Brasileiro de Energia Elétrica</i>	<i>98</i>
2.2.5 Geração distribuída, redução da pobreza e mecanismos de incentivo ao desempenho no Brasil	100
2.2.6 Gargalos e desafios à transição energética relacionados à inserção da geração distribuída na matriz energética Brasileira.....	104

2.3 GERAÇÃO LOCAL DE ENERGIA RENOVÁVEL COMO CAMINHO PARA UMA SOCIEDADE DE BAIXO CARBONO	114
2.3.1 Transição energética para uma sociedade ecológica de baixo carbono.....	114
2.3.2 A matriz elétrica brasileira no contexto da transição energética.....	121
2.3.3 Impactos da crise climática no setor energético brasileiro	128
2.3.4 A geração local e a redução das perdas no sistema elétrico brasileiro	130
2.3.5 A geração local e a pobreza energética no contexto da transição para uma sociedade de baixo carbono	133
3 METODOLOGIA	137
3.1 DOS PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS UTILIZADOS	137
3.2 DOS ESTUDOS DE CASO NO BRASIL E ITÁLIA	143
3.3 DOS INSTRUMENTOS DE PESQUISA.....	144
3.2.1 Pesquisas bibliográfica e documental	145
3.2.2 Das entrevistas realizadas.....	146
3.2.3 Da aplicação de questionários	149
3.2.4 Da análise de impacto regulatório e do método funcional do direito comparado	150
3.2.5 Da técnica da triangulação de dados	154
3.4 DOS MÉTODOS APLICADOS NA CONSECUÇÃO DOS OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	156
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	158
4.1 DOS RESULTADOS DA REVISÃO SISTEMÁTICA DA BIBLIOGRAFIA.....	158
4.2 DAS ENTREVISTAS REALIZADAS NO BRASIL E ITÁLIA	160
4.3 DOS ESTUDOS DE CASO REALIZADOS NO BRASIL E ITÁLIA	164
4.3.1 Síntese do projeto de Geração de Energia e Renda em Juazeiro, Bahia, Brasil.....	164
4.3.2 Síntese do projeto GECO - Green Energy COmmunity, Bolonha, Itália.....	177
4.3.3 Resultados das pesquisas de campo no Brasil e na Itália.....	182
4.3.4 Das conclusões extraídas dos casos de estudo.	183
4.4 PROPOSTAS DE POLÍTICAS REGULATÓRIAS PARA ACELERAÇÃO DA TRANSIÇÃO ENERGÉTICA ATRAVÉS DA GERAÇÃO DISTRIBUÍDA NO BRASIL	190
4.4.1 O atual processo de reforma do marco legal do setor elétrico como oportunidade de impulso à transição energética	191
4.4.2 Da consolidação das regras do setor em um novo quadro legal durante o processo de transição.....	194
4.4.3 O planejamento público como vetor da transição energética para uma sociedade de baixo impacto ambiental.....	195
4.4.4 O Instrumento da Chamada Pública como vetor para a expansão coordenada da geração distribuída na rede de distribuição.....	198
4.4.5 Esquemas coletivos de energia para maximização da flexibilidade na integração da geração distribuída.....	204

5 CONCLUSÃO	210
6 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	215
REFERÊNCIAS	217
ANEXO A - MAPA DO POTENCIAL DE GERAÇÃO SOLAR FOTOVOLTAICA PARA TODO O BRASIL.....	253
ANEXO B - FORMULÁRIO DE AVALIAÇÃO DE IMPACTO REGULATÓRIO UTILIZADO .	254
APÊNDICE A – SÍNTESE DAS ENTREVISTAS REALIZADAS.....	255
APÊNDICE B – MODELOS DOS TERMOS DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO APLICADOS NO BRASIL.....	256
APÊNDICE C – MODELOS DOS TERMOS DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO APLICADOS NA ITÁLIA	258
APÊNDICE D – DOS QUESTIONÁRIOS APLICADOS	259
APÊNDICE E – POSTER COM A COMPILAÇÃO dos Resultados dos QUESTIONÁRIOS APLICADOS NOS CONDOMÍNIOS, APRESENTADO AOS MORADORES EM MARÇO, 2020.	264
APÊNDICE F – CARTA ENVIADA A ANEEL PELOS MORADORES	265
APÊNDICE G - AVALIAÇÃO DE IMPACTO REGULATÓRIO REALIZADA	270
APÊNDICE H - LISTA DE ARTIGOS CIENTÍFICOS PUBLICADOS DURANTE O PERCURSO DO DOUTORAMENTO	272
APÊNDICE I - LISTA DE TRABALHOS COMPLETOS PUBLICADOS EM ANAIS DE CONGRESSOS DURANTE O PERCURSO DO DOUTORAMENTO	278
APÊNDICE J - LISTA DE RESUMOS PUBLICADOS EM ANAIS DE CONGRESSOS DURANTE O PERCURSO DO DOUTORAMENTO	281
APÊNDICE L - LISTA DE CAPÍTULOS DE LIVROS PUBLICADOS DURANTE O PERCURSO DO DOUTORAMENTO	282
APÊNDICE M - LISTA DE ARTIGOS NO PRELO DE REVISTAS CIENTÍFICAS	284
APÊNDICE N - LISTA DE ARTIGOS APROVADOS PARA APRESENTAÇÃO EM CONGRESSOS INTERNACIONAIS	285
APÊNDICE O - CONTRIBUIÇÃO APRESENTADA À CONSULTA PÚBLICA DO MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA N. 33/2017.....	286
APÊNDICE P - O PROGRAMA DE INCENTIVO ÀS FONTES ALTERNATIVAS DE ENERGIA ELÉTRICA - PROINFA, UM CASE DE SUCESSO NO BRASIL.....	303
APÊNDICE Q – INVESTIMENTOS E SUBSÍDIOS PÚBLICOS ÀS FONTES FÓSSEIS NO BRASIL	307

1 INTRODUÇÃO

A percepção atual de que os processos ecológicos se encontram à beira de um colapso ambiental em suas mais diversas áreas e que os resultados podem implicar em alterações permanentes e deletérias nas condições econômicas, sociais e ambientais a nível planetário, tem feito com que os países iniciem um movimento ainda não totalmente estruturado para práticas ambientalmente mais corretas (ROCKSTRÖM *et al.* 2009, 2017; IPCC, 2018; IEA, 2021). Busca-se, através de uma cadeia de produção mais limpa e circular, desacoplar a economia mundial do uso intensivo de fontes fósseis, consumo excessivo de recursos naturais e processos de degradação de ecossistemas. Encontra-se em marcha, portanto, uma transição ecológica da sociedade e, dentro desta, possui destaque a transição energética, cujo o esforço mais significativo da comunidade internacional neste âmbito até a presente data se constitui na celebração do Acordo de Paris sobre as Mudanças Climáticas.

No século XXI, diversos países do mundo, a exemplo da Alemanha, Reino Unido, Itália, Estados Unidos, Japão, China e Índia, vem buscando implementar uma “revolução verde” em suas matrizes energéticas e sistemas produtivos, visando reduzir os níveis de emissão de gases causadores do efeito estufa (GEEs) para construir sistemas econômicos neutros em emissões até metade do século (IPCC, 2018; IEA, 2021), e, concomitantemente, garantir um espaço na fronteira da inovação tecnológica das energias renováveis e na economia de baixo carbono. Tais objetivos, mais recentemente, também têm sido colocados no centro dos planos de recuperação econômica, decorrentes da emergência sanitária causada pelo Sars-Cov-2, em especial na Europa e Estados Unidos.

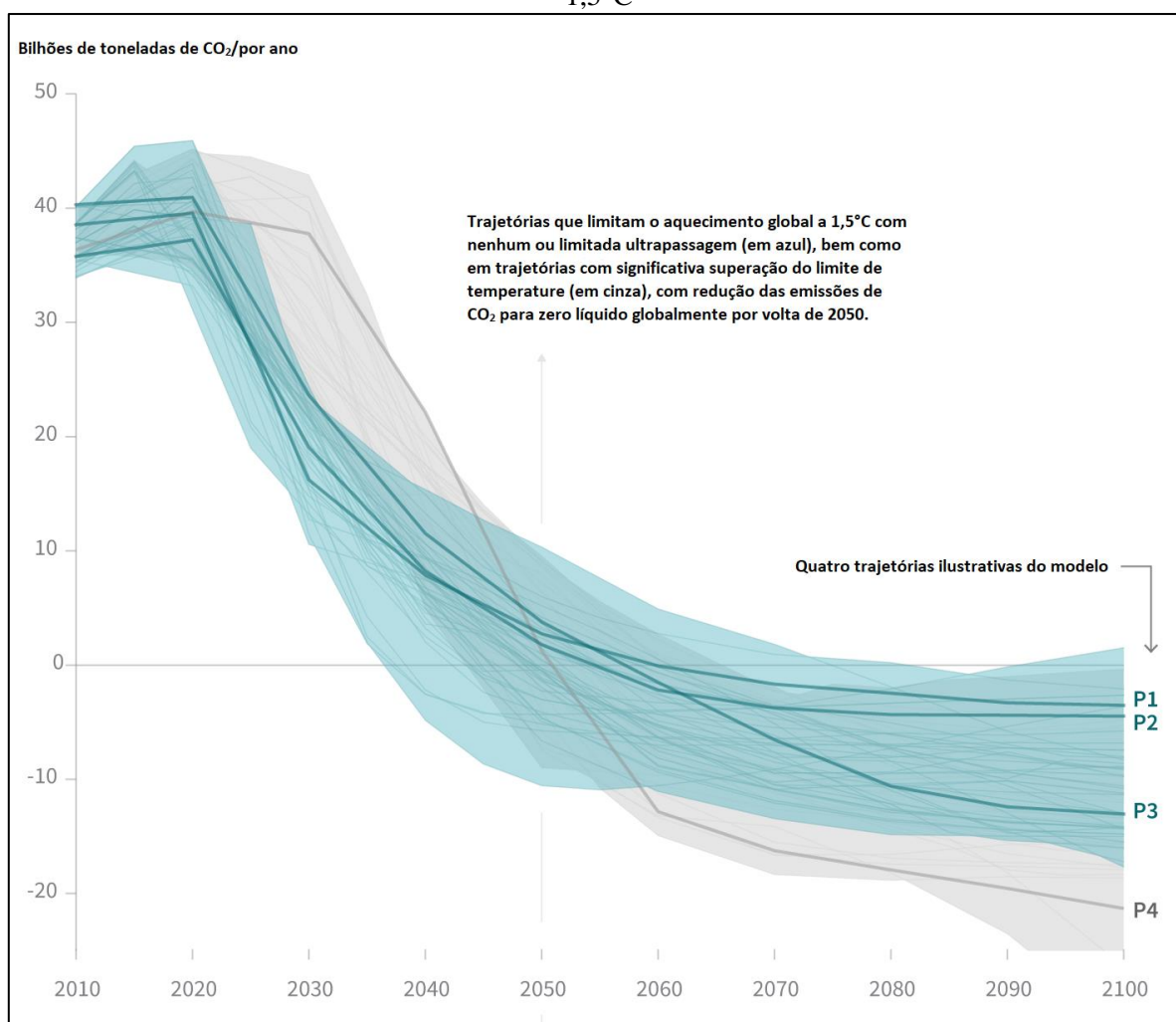
O Brasil, entretanto, segue a reboque, limitando-se à assimilação passiva das tecnologias e ao exercício de atividades da cadeia produtiva com menor valor agregado e baixa sofisticação tecnológica, sobretudo quando se trata de energia fotovoltaica (FV).

O país assistiu as emissões de GEE no setor elétrico nacional atingirem o patamar de 94 MtCO₂-eq em 2014, em decorrência do acionamento de todo seu parque de usinas térmicas para geração na base (BRASIL, 2020a, 2020b), por conta do incremento no risco hidrológico naquele período. Tal situação repete-se em 2021, em vista de um novo período de grave estiagem, que vem sendo considerada a pior dos últimos 91 anos, e tal tendência irá se agravar com o avanço das mudanças climáticas.

Além disso, na contramão da orientação mundial, o Brasil vem aumentando de modo constante, a uma taxa de 2% ao ano no período 2000-2019, as emissões de GEE na matriz

energética (BRASIL, 2020c). O Plano Decenal de Expansão de Energia 2029 (BRASIL, 2020a), prevê a manutenção de tal tendência, com o aumento de emissões em 2% ao ano também no horizonte temporal 2019-2029. Tal crescimento contrasta com a necessidade de acentuada redução de emissões para atendimento das metas do Acordo de Paris (IPCC, 2018; IEA, 2021), conforme ilustra a Figura 1.

Figura 1 - Emissões globais de CO₂ em acordo com trajetórias que limitam o aquecimento global a 1,5°C



Fonte: Adaptado de IPCC (2018)

Os caminhos para limitar o aumento em 1,5°C (cenário <450 ppm), indicados na Figura 1, requerem profundas mudanças na economia global e, em particular, nas cadeias produtivas de energia elétrica, a fim de obter praticamente toda a eletricidade e aquecimento / resfriamento necessários para atender as necessidades humanas por meio de fontes não fósseis (IPCC, 2018; IEA, 2021). Enfrentar esse desafio é de extrema importância, principalmente no que diz respeito

à ampliação da capacidade instalada, através de formas ambientalmente sustentáveis de produzir a “energia nova” (IEA, 2016).

Entretanto, ao contrário do quanto apregoado pelas instituições do Governo Brasileiro, a geração hídrica é uma aposta cada vez mais arriscada e cara, principalmente se consideradas as reais garantias físicas das usinas, as externalidades ambientais envolvidas nas construções de novos empreendimentos, com ou sem reservatórios, e o potencial de impacto social nas comunidades do entorno (SCHAEFFER *et al.*, 2015; DE JONG *et al.*, 2021).

Destaque-se também que o modelo NEWAVE¹ utilizado para realizar as simulações dos cenários futuros de geração da rede elétrica nacional ainda não incorpora as questões relativas às mudanças climáticas ou previsão acurada da contribuição das energias intermitentes (solar e eólica), cuja maior participação na matriz aumenta a incerteza dos resultados, reduzindo a aderência destes à realidade futura (EPE, 2017a; OLIVEIRA e SALOMÃO, 2017).

O acionamento de inúmeras usinas térmicas movidas a combustíveis fósseis para geração de energia no País e o estado atual dos reservatórios (ONS, 2021), que repetem um cenário já vivido entre 2014 e 2017, quando usinas hidrelétricas, a exemplo de Sobradinho, na Bacia do São Francisco, se encontraram com a menor vazão de sua história (600m³/s dia), equivalente a menos da metade da ambientalmente recomendada (ANA, 2017), demonstram que os efeitos das mudanças climáticas já são concretos e devem ser considerados seriamente no planejamento do setor energético.

A energia fotovoltaica pode contribuir para a solução da questão na medida em que as áreas residenciais urbanizadas no Brasil têm potencial para abastecer, por meio da geração fotovoltaica distribuída, mais do que o dobro do consumo residencial: são 287,5 TWh de potencial (BRASIL, 2014a) face um consumo de 136,2 TWh em 2018 (EPE, 2019). E em localidades de grande irradiação, o potencial é mais de três vezes superior quando comparado ao consumo. Por exemplo, na Bahia, o potencial de geração é 3,37 vezes superior ao consumo residencial (BRASIL, 2014a). Além disso, em grande parte do território nacional o horário de maior consumo (horário de pico) no setor residencial e comercial tem se deslocado para o período de maior insolação, de modo que a geração local ajudaria a rede a reduzir seu pico de carga (ONS, 2021).

¹ “O programa NEWAVE foi desenvolvido pelo Cepel, no âmbito do Departamento de Otimização Energética e Meio Ambiente (DEA), para aplicação no planejamento da operação de sistemas hidrotérmicos interligados de longo e médio prazo, com representação agregada do parque hidrelétrico e cálculo da política de operação baseado em Programação Dinâmica Dual Estocástica (PDDE).” CEPEL – Disponível em: <http://www.cepel.br/produtos/newave-modelo-de-planejamento-da-operacao-de-sistemas-hidrotermicos-interligados-de-longo-e-medio-prazo.htm>

Seria importante, portanto, viabilizar o crescimento geração distribuída (GD) em taxas superiores às indicadas nas tendências atuais (BRASIL, 2020; IEA 2021), em áreas já antropizadas, complementando a geração centralizada e diversificando as fontes de energia da matriz.

Quando tratamos da fonte FV na modalidade de GD, observa-se no contexto brasileiro um forte crescimento nos anos de 2019 e 2020, com um acréscimo da capacidade instalada em 4.063 MWp, o que equivalente a um incremento de 780% em relação a potência existente em 2018 (ANEEL, 2021a). Tal fato determinou a superação da capacidade instalada FV na modalidade de GD em relação à geração FV centralizada. Acontece que, tal inserção se dá pelo Sistema de Compensação de Energia (SCE) estabelecido pela Resolução ANEEL n. 482/2012 (ANEEL, 2012), o qual possui um custo elevado para o sistema, em razão dos subsídios existentes, além de não promover a contemporaneidade entre produção e consumo, valendo-se da capacidade de armazenamento de energia do SIN, a qual é baseada no uso dos reservatórios.

Além disso, em razão do significativo investimento inicial necessário, bem como do fato de não se permitir a comercialização ou cessão dos excedentes de energia gerados pelos micro e mini produtores (Decreto nº 5.163/2004, art. 15 c/c Resolução ANEEL n. 482/2012, art. 7º, VI, XII e XIII), da regulação inadequada do instituto da chamada pública, que não autoriza a obtenção de benefícios econômicos com a contratação por parte da distribuidora (§4º do art. 15 do Decreto 5.163/2004) (BRASIL, 2004), o aproveitamento de tais recursos energéticos renováveis, abundantes e limpos, vem sendo limitado às camadas da sociedade mais privilegiada. Tal fato, restringe a difusão da tecnologia solar no país e gera custos indesejados ao sistema e ao conjunto de usuários não-adotantes, através de subsídios cruzados entre consumidores de maior e menor renda.

Além da correção das criticidades existentes, a reforma do quadro jurídico do setor deve estimular que a GD venha a ser utilizada para otimização da infraestrutura e dos recursos já existentes, evitando, quando possível, novos investimentos na construção de novas usinas de geração centralizada e novas linhas transmissão, em especial as de maior impacto ambiental (LOVINS, 2012; FÜCKS, 2015). A partir da disseminação da GD é possível também reduzir as perdas sistêmicas e reduzir congestionamentos no sistema interligado nacional (SIN), caso a expansão da geração privilegie um determinado planejamento locacional.

Além disso, o planejamento e utilização coletiva das unidades de GD facilitam a aceitação, a gestão da demanda, o investimento e além de favorecem a majoração do autoconsumo instantâneo da energia produzida, evitando fluxos reversos nas redes de distribuição.

No século XXI, as rotas de desenvolvimento precisarão ter em conta as contingências impostas pelo capital natural e o uso múltiplo dos recursos essenciais, como a água, que figurarão como preponderantes face às limitações de acesso aos meios de produção e força de trabalho (DALY, 1990). O mercado, por si só, não é capaz de garantir a efetivação dos princípios de justiça social e sustentabilidade. É necessário, portanto, que o planejamento público e a regulação nacional passem a buscar a consecução ativa de tais valores, inclusive na esfera do setor elétrico. A utilização racional dos bens comuns, em especial energia, água, áreas de solo, deve buscar promover o bem estar social em curto, médio e longo prazo (OSTROM, 1990), através da sua utilização de forma *custo-efetiva*, compartilhado entre o maior número de pessoas possíveis e atendendo a todos os seus múltiplos usos.

O caminho a ser trilhado perpassa pela emergência de uma nova racionalidade (LEFF, 2006) na sociedade e no setor elétrico, que também seja orientada para a defesa dos interesses socioambientais da coletividade e compatível com uma sociedade organizada em rede, interdependente e conectada, local e globalmente (CAPRA e MATTEI, 2015).

Além disso, a partir de arranjos adequados, a geração solar em sua forma distribuída pode ser capaz de beneficiar também os cidadãos de menor renda, conforme indicam os dois estudos de caso realizados na presente tese, a saber o Projeto de Geração de Renda e Energia em Juazeiro/Bahia, promovido pela empresa Brasil Solair e a Caixa Econômica Federal (CUNHA *et al.*, 2020) e o Projeto *GEKO: Green Energy COmmunity* nos distritos de Pilastro e Roveri, em Bolonha/Itália (CUNHA *et al.*, 2021).

Os estudos de caso analisados foram selecionados em função do tema comum, ambos são experiências de geração renovável comunitária (geração distribuída fotovoltaica, mas não só) em bairros urbanos periféricos, envolvendo programas de habitação de interesse social e com um elemento de contraste comum: a pobreza. Entretanto, o projeto brasileiro é um caso claro de imposição de cima para baixo (*top-down*), enquanto o projeto italiano busca instituir um processo participativo (*bottom-up*) na comunidade.

No caso Brasileiro, a GD, quando realizada em favor dos segmentos sociais expostos à vulnerabilidade social, poderia também implicar na redução dos custos com a Tarifa Social de Energia Elétrica (TSEE), o que contribuiria para a redução dos custos sistêmicos suportados no setor elétrico.

Além disso, a fonte solar é a tecnologia de geração renovável que mais emprega no mundo, sendo 3,75 milhões de empregos em 2019, de um total de 11,4 milhões no setor de renováveis (IRENA, 2020c) um aumento de 20% em relação à 2016 (3 milhões de empregos de um total de 9.8 milhões) (IRENA, 2017a); e a tendência é seguir crescendo de forma

exponencial, acompanhando o crescimento da energia solar. Importante destacar também que o sistema fotovoltaico de pequena escala instalado em telhados (*rooftop*), gera até 30 vezes mais empregos na instalação por potência quando comparado a usinas de grande porte no solo. Ademais, como no Brasil os melhores potenciais estão em regiões de menor desenvolvimento, a exemplo da área do cinturão solar (Anexo A), poder-se-ia aproveitar o crescimento da fonte solar para retirar parte da população da pobreza.

O desemprego no Brasil avançou nos últimos anos, e, em 2016, 52,2 milhões de pessoas viviam abaixo da linha de pobreza, o que equivale a 25,4% da população. Ademais, metade dessas pessoas vivem no Nordeste (24,7 milhões de brasileiros), segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2017). Tal situação vem se agravando com a crise sanitária em curso, causada pelo COVID-19. Dessa forma, o desenvolvimento da fonte solar, em especial por meio da GD, geraria um reflexo direto e imediato no mercado de trabalho, o qual pode vir, inclusive, a sofrer por falta de mão de obra especializada, se as ações de formação necessárias não forem adotadas em tempo e de modo sincronizado com a expansão da tecnologia.

Por outro lado, se a expansão continuar a ser promovida com base no modelo regulatório atual, os subsídios implícitos embutidos no sistema de compensação de energia adotado pela Resolução ANEEL n. 482/2012 irão determinar uma majoração do custo da eletricidade no SIN, além de drenar recursos preciosos que poderiam ser utilizados de forma mais efetiva para transição energética e em políticas que promovessem também benefícios sociais e ambientais.

Nos últimos anos, tem-se verificado um intenso debate entre os atores envolvidos em torno das diferentes propostas de alteração do marco legal do setor elétrico brasileiro, em especial no sistema de compensação de energia, maior responsável pela inserção da GD no Brasil.

O presente trabalho busca contribuir para que o planejamento do setor elétrico e a regulação nacional sejam aprimorados, através das propostas aqui apresentadas, a fim de que o recurso solar possa ser aproveitado de modo a auxiliar a redução dos níveis históricos de desigualdade social, ao tempo em que contribui para o aumento da eficiência e resiliência do setor elétrico, atendendo aos compromissos da Agenda 2030² e as metas do Acordo de Paris, acelerando a transição energética em curso.

² A Agenda 2030 corresponde a um conjunto de programas, ações e diretrizes que deverão orientar os trabalhos das Nações Unidas e de seus países membros rumo ao desenvolvimento sustentável. O seu instrumento contempla 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e 169 metas correspondentes. Entre os ODS acordados, tem-se, por exemplo, o compromisso de “assegurar a todos o acesso confiável, sustentável, moderno e a preço acessível

Neste sentido, destaca-se que até o momento, e pelo que foi investigado, não foi encontrado nenhum trabalho científico indexado que trate especificamente dos instrumentos de inserção da geração solar distribuída, no contexto da reforma do setor elétrico brasileiro, abordando a questão da transição energética e da participação dos usuários através de esquemas coletivos. É importante também destacar que não foi localizado nenhum estudo que abordasse a Resolução ANEEL n. 4.385/2013 (ANEEL, 2013), a não ser os dois artigos publicados pelo Autor ao longo do Doutorado.

Destarte, o objetivo primordial do presente trabalho é contribuir para o aperfeiçoamento da regulação do setor elétrico nacional, com foco na GD, por meio da construção e proposição de políticas regulatórias aplicáveis à realidade do Brasil, colaborando para a redução dos subsídios cruzados, para a diversificação e complementariedade entre as fontes renováveis na matriz elétrica, além do atendimento das metas climáticas e aos objetivos do desenvolvimento sustentável (Agenda 2030), compromissos assumidos pelo Brasil no âmbito internacional.

1.1 JUSTIFICATIVA

A escolha em analisar o fenômeno da inserção da GD, em especial através da expansão da energia fotovoltaica, na matriz energética brasileira está atrelada principalmente à situação atual da fonte no país, uma vez que, apesar do crescimento verificado nos últimos anos, esta ainda se encontra limitada quando comparado ao de outros países. Além disso, encontra-se a referida expansão se encontra calcada em incentivos que promovem distorções e desigualdade, devendo, portanto, ser aprimorados.

Nas leituras iniciais, fora detectado que o aspecto da regulação desempenhava um papel relevante como barreira na entrada da fonte solar, quando, na verdade, deveria ser um estímulo. O tema escolhido adquiriu ainda mais relevância a partir da abertura do processo de reforma do marco legal do setor elétrico em geral (projeto de lei n.º 232/16, que foi incorporado ao Anteprojeto do Código Brasileiro de Energia Elétrica) e do sistema de compensação de energia (projetos de lei n.º 5829/2019 e 2215/2020), em particular, tendo em vista que o novo desenho do arcabouço jurídico será determinante para o futuro das políticas públicas no setor de energia em geral e da geração distribuída em particular.

O cenário futuro se tornou ainda mais nebuloso nos últimos anos com a emergência da

à energia”, “reduzir a desigualdade dentro dos países e entre eles” e “tomar medidas urgentes para combater a mudança do clima e os seus impactos” (BRASIL, 2016).

pandemia causada pelo Sars-Cov-2 e da nova crise de abastecimento no horizonte, em razão da redução do nível nos reservatórios, decorrente de um dos maiores períodos de estiagem dos últimos 100 anos. Ainda não se sabe exatamente que rumo o setor elétrico irá tomar. Certos, entretanto, são os perigos de uma reforma açodada e realizada por um Governo que ignora a Ciência em um setor tão complexo e fundamental para o país. A conjuntura atual inspira cautela e chama à reflexão.

A reforma do setor elétrico é fundamental para a retomada da economia e também representa grandes oportunidades de avanço nas esferas social e ambiental, sobretudo se for orientada pelos compromissos internacionais firmados pelo Brasil, a exemplo da Agenda 2030 e do Acordo de Paris.

O Brasil tem ampla capacidade de conciliar a expansão das fontes renováveis em sua matriz elétrica com a redução das desigualdades sociais e regionais, aliando desenvolvimento econômico sustentável com as questões ambientais e a mitigação das mudanças climáticas.

O presente trabalho pretende contribuir, portanto, para o processo de reforma do marco legal do setor elétrico, com foco na geração distribuída, em especial da fonte fotovoltaica na matriz elétrica. As reflexões apresentadas no trabalho se constituirão em propostas e contribuições legislativas apresentadas no curso do processo de reforma, por meio de análise e discussões sobre a realidade atual e as perspectivas futuras da geração distribuída, em especial da fonte solar, na matriz elétrica brasileira.

Quais são as consequências para o setor elétrico caso a reforma do marco legal da GD venha a ser implementada segundo a proposta apresentada e defendida pela ANEEL? Como ficaria a tendência de crescimento da GD caso a nova regulação venha a limitar a compensação apenas à componente energia? As propostas de reforma do marco legal da GD atualmente em discussão no Congresso Nacional são capazes de equacionar as questões dos subsídios cruzados, ausência de incentivo ao autoconsumo instantâneo e do uso do sistema como local de armazenamento? A energia solar distribuída seria capaz de contribuir para redução das desigualdades sociais históricas do país, reduzindo ao mesmo tempo o valor gasto anualmente com a TSEE? É possível reduzir as perdas sistêmicas do setor elétrico brasileiro por meio de um marco legal que conforme um setor ainda mais eficiente, ambientalmente correto e seguro que o atual?

A motivação para escrever este trabalho foi justamente poder investigar e contribuir com respostas às perguntas formuladas acima, além de tantas outras que atravessam o percurso e dialogam com o objeto e caminhar da presente pesquisa.

Buscou-se ao longo do doutorado, portanto, investigar a pertinência da inclusão da

reforma do Instituto da Chamada Pública (ICP) no processo em curso, bem como alternativas as propostas para o Sistema de Compensação de Energia (SCE) em discussão no Congresso Nacional, visando a sua otimização através da introdução de esquemas coletivos de compartilhamento da energia que valorizassem o autoconsumo instantâneo e de proximidade, a exemplo do Autoconsumo Coletivo e das Comunidades Energéticas Locais, em substituição ao modelo de compensação remota.

Apesar da energia solar estar sendo pesquisada há algumas décadas no mundo, existindo vasta bibliográfica sobre o tema, conforme abordado no Capítulo 2, quase a totalidade dos estudos abrangem questões conectadas diretamente a processos técnicos da geração e a evolução da tecnologia. A presente tese, por sua vez, se propõe a analisar as questões afetas à reforma do setor elétrico brasileiro, atualmente em curso, com foco na GD e na possibilidade de diversificar a matriz elétrica aumentando a participação e a complementariedade entre as fontes renováveis, ao tempo em que se reduz as perdas sistêmicas e as desigualdades sociais e regionais históricas que assolam o Brasil.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Analisar a legislação do setor elétrico brasileiro e o atual processo de reforma em relação à inserção da geração distribuída de energias renováveis, em especial no que tange ao Instituto da Chamada Pública (ICP) e do Sistema de Compensação de Energia (SCE), para apresentar propostas de políticas regulatórias capazes de aprimorar a inserção destas fontes na matriz elétrica brasileira, em particular da fonte fotovoltaica.

1.2.2 Objetivos Específicos

- OE1.** Identificar barreiras e rotas de aprimoramento para a regulação brasileira relativa à geração distribuída, com foco na energia fotovoltaica;
- OE2.** Comparar os marcos regulatórios relativos à temática da geração distribuída na União Europeia (com foco na Itália) com a legislação implementada no Brasil;
- OE3.** Acompanhar e comparar dois projetos de geração distribuída em comunidades populares, um no Brasil e outro na Itália;

OE4. Propor modelos regulatórios alternativos para o marco legal do setor elétrico brasileiro, com foco na geração distribuída fotovoltaica.

1.3 LIMITAÇÕES DA PESQUISA

Temas como a energia e o meio ambiente são interdisciplinares e complexos por natureza, uma vez que envolvem diversos ramos do conhecimento, requerendo um olhar holístico, baseado em diversas disciplinas para apreender e compreender suas implicações no dia a dia das sociedades, bem como suas trajetórias evolutivas.

O estudo em tela apresenta uma percepção das ciências sociais aplicadas sobre as energias renováveis, tendo em vista o *background* do pesquisador, e buscou contribuir com a construção de um ferramental regulatório para o arcabouço legal do setor elétrico brasileiro que pudesse incentivar a inserção das fontes renováveis produzidas através da geração distribuída na matriz elétrica.

O autor destaca que uma análise completa da questão da reforma do quadro normativo do setor elétrico, mesmo em se tratando de um aspecto pontual relacionado à geração distribuída, como o analisado no presente estudo, exige um trabalho multidisciplinar complexo, que se aprofunde em aspectos técnicos da geração e transmissão, além do funcionamento do SIN, de modelagem, bem como econômicos e de TI, entre diversos outros. Seria desejável analisar com densidade e profundidade maior temas como a estrutura tarifária da energia elétrica e dos subsídios cruzados entre adotantes e não adotantes, mas também entre o ACR e ACL (mercado livre), além da integração entre as diferentes fontes, da GD com a GC, e destas com rede de transmissão e distribuição. Tais aspectos, fogem à capacidade do pesquisador, em face ao seu *background* vinculado às ciências sociais e, portanto, também ao escopo deste trabalho, sendo, portanto, tratados no presente estudo de forma simplificada.

Mais estudos também seriam necessários para cobrir aspectos mais específicos do aumento da penetração da GD, como as reduções de impostos e os impactos negativos no modelo de negócios das concessionárias e na arrecadação do Governo Federal e Estadual, bem como precificar exatamente todos os benefícios da GD e o impulso que poderia fornecer para as economias a nível local. Tais temas, porém, são complexos e difíceis de afrontar mesmo em equipes multidisciplinares e em arcos temporais, mas amplos, o que não ocorre na presente tese.

1.4 ESTRUTURA DA TESE

Optou-se por organizar a estrutura da tese do doutorado em seis capítulos. Na introdução, considerada como primeiro capítulo, se introduz o tema, contextualizando brevemente a geração distribuída, a energia solar no Brasil e no mundo, os casos de estudo selecionados, a transição energética e a crise ambiental planetária em que estamos imersos, além de apresentar a justificativa, objetivos e limitações do trabalho.

O segundo capítulo traz a revisão de literatura sobre o marco legal do setor elétrico brasileiro, a geração distribuída e a energia solar no contexto internacional e no Brasil, a transição energética e o papel do setor elétrico na construção de uma sociedade de baixo carbono, abordando os desafios impostos pela conjuntura atual e o seu processo de reforma, bem como gargalos de infraestrutura e questões ambientais pertinentes. É abordada também a necessidade de maior participação ativa e flexibilidade para a integração das fontes renováveis intermitentes na matriz elétrica.

O terceiro capítulo trata da metodologia adotada para a realização da pesquisa aqui apresentada. Aborda, portanto, a filosofia e o ferramental metodológico que a norteia e que será utilizado para desenvolver o presente trabalho, bem como a compreensão do estudo como um processo lógico e sistemático. Neste capítulo são detalhados os métodos empregados, a exemplo dos estudos de casos, das entrevistas e questionários, da avaliação de impacto regulatório, do método funcional do direito comparado e a técnica da triangulação dos dados.

Os três primeiros capítulos, portanto, são de natureza eminentemente teórica e compõem a fundamentação adotada para a realização da pesquisa.

O quarto capítulo, por sua vez, apresenta a discussão dos dados coletados e os resultados alcançados. Trata, portanto, dos resultados obtidos com as entrevistas e os estudos de casos, além das propostas apresentadas para a reforma do marco legal do setor elétrico, em relação à geração distribuída, através da reforma instituída da chamada pública e substituição do sistema de compensação de energia por esquemas coletivos de produção e consumo, como o autoconsumo coletivo e as comunidades energéticas locais.

No quinto capítulo, são tecidas as considerações finais do estudo, analisando os percursos investigativos e as conclusões obtidas com a tese.

O sexto capítulo apresenta as sugestões e as perspectivas do pesquisador em relação a trabalhos futuros relacionados ao tema.

Existem ainda diversos Apêndices que trazem material referente à pesquisa, a exemplo dos roteiros utilizados nas entrevistas, os questionários aplicados, os resultados da avaliação de impacto regulatório, a lista de com os trabalhos apresentados e publicados ao longo do curso do doutorado, bem como a contribuição apresentada a consulta pública do Ministério de Minas e Energia sobre a reforma do marco legal do setor elétrico.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

*"Energy is the golden thread connecting economic growth, increasing social equity and enabling the world to thrive"*³ (Ban Ki-Moon, United Nations Secretary-General, in SUSTAINABLE ENERGY FOR ALL, 2015).

2.1 A TRANSIÇÃO ENERGÉTICA E O FUTURO DO SETOR ELÉTRICO

O futuro do setor elétrico está em continua construção e o pêndulo da história alterna entre uma maior participação e intervenção estatal nos mercados elétricos, gerando maior integração e verticalização ou redução deste papel para dar maior liberdade de atuação ao mercado, através de uma fragmentação e desverticalização de atividades. As escolhas políticas de dada sociedade, em determinado período histórico, são os fatores determinantes para tal deslocamento e consecução das agendas no setor. Entretanto, em que pese a coexistência de diversas correntes, entendimentos técnicos e políticos a respeito da melhor forma de atuação do setor, faz-se necessário responder sempre às questões postas pelo momento presente.

Atualmente, como visto, o grande desafio do setor elétrico mundial é a necessidade urgente de descarbonização da geração, para atender as metas do Acordo de Paris e a erradicação da pobreza energética⁴, mediante a garantia de acesso universal a energia com preço acessível, fornecimento confiável, gerada de forma moderna e sustentável, em consonância com os objetivos 1, 7 e 13 da Agenda ONU 2030.

O futuro, na era do antropoceno⁵, será mais suscetível a instabilidades e eventos climáticos extremos, motivo pelo qual o setor elétrico requer uma reforma política, que além

³ Em tradução livre: "A energia é o fio condutor que conecta o crescimento econômico, aumenta a equidade social e permite que o mundo prospere"

⁴ Uma situação caracteriza-se como de pobreza energética quando se verifica a falta ou a dificuldade em se garantir o acesso adequado a serviços modernos de energia. Tal situação afeta um grande número de pessoas em países em desenvolvimento e parcela da população de países desenvolvidos, cujo bem-estar é negativamente afetado. No primeiro caso se verifica-se a ausência de acesso ou um consumo muito baixo de energia, uso de combustíveis sujos ou poluentes e tempo excessivo gasto na coleta de combustível para atender às necessidades básicas. No caso da população de países desenvolvidos afetada, se observa em geral uma dificuldade em se garantir um conforto térmico adequado, em razão da impossibilidade de suportar os custos dos serviços de aquecimento ou refresco. A pobreza energética, portanto, está inversamente relacionada ao acesso adequado a serviços modernos de energia, embora a melhoria do acesso seja apenas um fator nos esforços para reduzir a pobreza energética.

⁵ Termo cunhado na década de 1980 pelo biólogo e ecologista Eugene Storer, e popularizado pelo químico atmosférico Paul J. Crutzen, prêmio Nobel de química em 1995, para indicar a época atual, distinta do Holoceno,

das questões estritamente técnicas, contemple as dimensões sociais, institucionais e comportamentais associados às transformações relacionadas à descarbonização da economia, a fim de que possa ter um papel ativo através da consecução da transição energética.

Embora existam diferentes concepções para entender e estudar a atual transição de paradigmática que estamos vivenciando, que pode ser entendida como vários processos simultâneos de transição (SOVACOOOL, 2016; EU, 2018b; LEAL-ARCAS, RIOS, AKONDO, 2019), este estudo adota como central o conceito de transição para uma sociedade ecológica de baixo carbono. E, por isso, considera a transição no sistema energético, com o objetivo de neutralidade das emissões neste setor (*net-zero energy systems*), como fundamental e o primeiro marco a ser alcançado (DAVIS *et al.*, 2018; MILLOT, KROOK-RIEKKOLA e MAĪZI, 2020), visto que necessário para sustentar a transição dos demais âmbitos e do sistema econômico como um todo (HEPBURN *et al.*, 2020, CAT, 2020c).

No entanto, a transição para uma sociedade ambientalmente sustentável de baixo carbono é muito mais complexa do que a adaptação de um sistema existente trazida pela assimilação de novas tecnologias e práticas (IEA, 2018). Além disso, uma profunda descarbonização em uma transição justa e inclusiva, alinhada com os objetivos de desenvolvimento sustentável (ODS) da Agenda 2030 só é possível com mudanças profundas em nosso comportamento como indivíduos e sociedade (SOVACOOOL, 2016; DAVIS *et al.*, 2018; WIMBADI e DJALANTE, 2020; MILLOT, KROOK-RIEKKOLA e MAĪZI, 2020).

2.1.1 Participação ativa e flexibilidade como vetores para inserção da geração distribuída renovável

Conforme informam Erbach (2016) e Lilliestam *et al.* (2019), na matriz elétrica do futuro novas formas de flexibilidade serão fundamentais para se construir um sistema baseado em energias renováveis variáveis (solar e eólica) que seja custo-efetivo e confiável. Sem a participação da GD, soluções de armazenamento de energia, veículos elétricos com carregamento inteligente (*vehicle to grid – V2G*), gerenciamento da demanda, esquemas coletivos e de agregação, a transição energética tende a ser mais cara ou intensa em carbono que o necessário (SARDI *et al.*, 2017; HILLMANA, AXONA e MORRISSEYA, 2018; KUBLI, LOOCK e WÜSTENHAGEN, 2018; MÜLLER e WELPE, 2018; RESCOOPMECISE, 2018; VILLAR, BESSA E MATOS, 2018; LILLIESTAM *et al.*, 2019).

na qual que os efeitos da humanidade estariam afetando globalmente nosso planeta. (ARTAXO, Paulo. Disponível em: <http://www.revistas.usp.br/revusp/article/view/99279>, Acessado em: 10 de jan. 2018.)

Isto porque a ausência de tais características/serviços implicará em um sistema dependente de reserva fóssil e/ou com capacidade renovável superdimensionada, aspectos técnicos que virão com um custo maior de recursos econômicos e ambientais.

Em um sistema elétrico com grande participação de energias renováveis intermitentes, como a solar e eólica, o conceito de flexibilidade é central. A flexibilidade do sistema se refere à sua capacidade de se adaptar a flutuações e fluxos bidirecionais, por exemplo, devido à demanda variável e fornecimento flutuante ou à inércia do sistema (*black start*, energia reativa) e mau funcionamento. Todos os sistemas elétricos precisam ter uma certa flexibilidade e inércia para se manterem estáveis, mas em um sistema com altas proporções de energia eólica e fotovoltaica, grande parte do fornecimento poderá flutuar em segundos, aumentando a necessidade de maior flexibilidade e a possibilidade de ajustes significativos em tempo real (HEALY e BARRY, 2017; IEA, 2018; JACA *et al.*, 2018; VILLAR, BESSA E MATOS, 2018).

O peso das cidades na demanda de energia e nas emissões de GEEs requer uma nova abordagem para focar em uma sociedade urbana local de baixo teor de carbono, eficiente em recursos e inclusiva (SOVACOOOL *et al.*, 2017; EUROPE COMMISSION, 2018; JENKINS, SOVACOOOL e MCCAULEY, 2018; RESCOOPMECISE, 2018; LAWRENCE e SCHÄFER, 2019; VONA, 2019; STEPHENS, 2019). A necessidade de superar a era dos combustíveis fósseis, bem como o fim do monopólio do fornecimento elétrico e o advento da frota de geração renovável de custo marginal zero, com prioridade de despacho, implicam na busca por inovações disruptivas que permitam o rearranjo dos mercados de energia em torno do produto flexibilidade, do teor de carbono da eletricidade e dos preços em tempo real (ABRAMOVAY, 2014, MEEUS E NOUICER, 2018; VILLAR, BESSA E MATOS, 2018; ALESSI *et al.*, 2019). Tal reconfiguração vem sendo ditada e implementada pelos vetores da descarbonização, digitalização, descentralização e democratização, conforme demonstrado por diversos autores como Acosta *et al.* (2018), Meeus e Nouicer (2018), Alessi *et al.* (2019), Glachant, Reis e Rossetto (2019), Leal-Arcas (2019), Stephens (2019), projetos de pesquisa (LILLIESTAM *et al.*, 2019), e relatórios interacionais (WORLD BANK GROUP, 2019).

No entanto, ainda há muito a ser feito para modernizar os modelos de negócios tradicionais das distribuidoras, comercializadoras, geradoras e concessionárias do setor para incentivar a eficiência energética, incluindo o desacoplamento de receitas do volume de vendas e a implementação de mecanismos de incentivo de desempenho para limitar o conteúdo de carbono da eletricidade (g/kWh) e emissões de GEE (LILLIESTAM *et al.*, 2019; EU e IRENA, 2018).

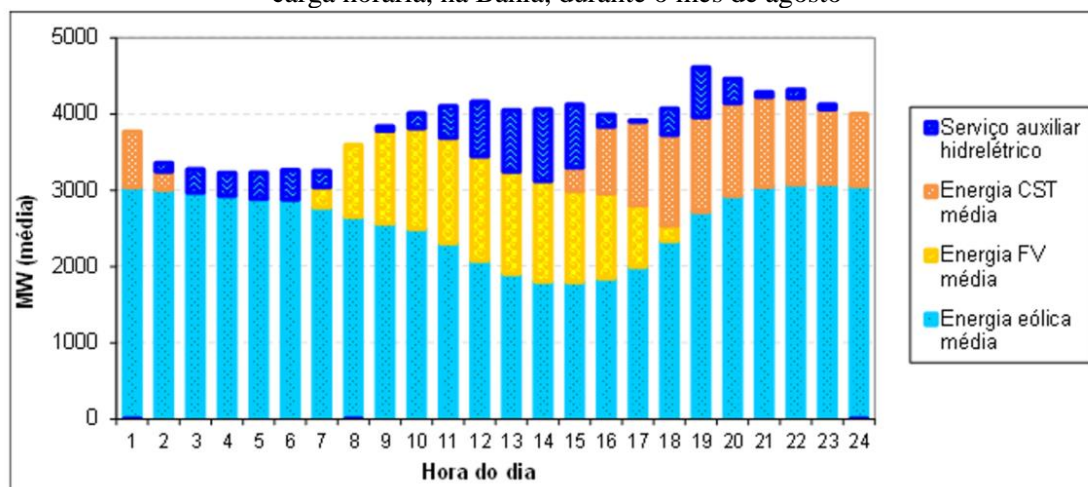
Políticas e normas setoriais devem fornecer uma base sólida para gestão do sistema, além de promover ações de eficiência energética que melhorem a experiência dos usuários, substituindo combustíveis fósseis por eletricidade em usos finais, a fim de aumentar a eficiência no uso da energia. Promover a mudança da matriz fóssil para uma renovável, reduzindo o teor de carbono da eletricidade (g/kWh) e as emissões em uma escala de tempo com objetivos e metas ao longo da próxima década é necessário para construir o caminho para a transição energética, viabilizando as metas do Acordo de Paris e Agenda ONU 2030 (BAUWENS e DEVINE-WRIGHT, 2018; EUROPE COMMISSION, 2018; KOIRALA, VAN OOST e VAN DER WINDT, 2018; ALESSI *et al.*, 2019). Para tanto, conforme detalham Glachant, dos Reis e Rossetto (2019) e Dubois *et al.* (2019), a regulamentação tradicional de comando e controle (preços regulados) no setor de energia deve ser substituída por preços dinâmicos, granulares e regulamentação baseada no mercado (impostos, normas e permissões), permitindo que a concorrência floresça no mercado de energia, através da oferta de novos serviços baseados em novos modelos de negócio.

No Brasil, a predominância do modelo de distribuidora-*utility* (responsável pela distribuição e fornecimento da energia ao usuário final) e da geração hidrelétrica na matriz, têm proporcionado os serviços auxiliares até o momento. Entretanto, as duas recentes crises hídricas mostraram o quão vulnerável é o sistema hidrotérmico brasileiro (OLIVEIRA e SALOMÃO, 2017; BRASIL, 2020a). Diante disto, com o agravamento dos efeitos das mudanças climáticas, as usinas hidrelétricas com reservatórios devem ser direcionadas para garantir o atendimento aos usos múltiplos da água, estabilidade do sistema, armazenamento dos excedentes e atendimento aos picos de demanda.

Neste sentido, a Figura 2, extraída de De Jong *et al.* (2017), ilustra a simulação de uma matriz elétrica para o estado da Bahia, baseada na fonte eólica e solar, cuja geração hidroelétrica é utilizada em modo complementar, garantindo a flexibilidade e o fornecimento de serviço auxiliares necessários ao correto funcionamento do SIN⁶.

⁶ Enquanto não se dispõe da geração solar térmica concentrada (Concentrated solar thermal - CST), esta continuaria sendo suprida pela geração hidroelétrica.

Figura 2 - Contribuição diurna das energias eólica, FV e CST e da hidroeletricidade para a curva de carga horária, na Bahia, durante o mês de agosto



Fonte: De Jong *et al.* (2017)

Espera-se um forte crescimento dos mercados de energia, com a emergência de novos serviços na próxima década, viabilizados através de inovações em arranjos de redes inteligentes e modelos de negócios, em razão da crescente penetração de fontes renováveis intermitentes no sistema elétrico, a eletrificação de usos finais (como transporte e aquecimento) e o consequente aumento na demanda por flexibilidade, a fim de manter um equilíbrio entre a oferta e o consumo de energia na rede (ACOSTA *et al.*, 2018, IEA, 2018; RESCOOPMECISE, 2018; ALESSI *et al.*, 2019; FSR, 2019; LEAL-ARCAS, 2019; STEPHENS, 2019).

O balanceamento da rede de transmissão e distribuição de energia elétrica tem se tornado cada vez mais relevante e a regulamentação dos serviços auxiliares precisa ser redesenhada para dar o sinal de preço certo neste novo mercado, valorizando a contemporaneidade entre geração e consumo, a flexibilidade da carga e reduzindo picos de demanda (MIGLIAVACCA *et al.*, 2017; MEEUS e NOUICER, 2018; VILLAR, BESSA E MATOS, 2018; EUROELECTRIC, 2019; GLACHANT, REIS e ROSSETTO, 2019; BACKE, KARA E TOMASGARD, 2020).

Os preços da energia baseados na operação de custo marginal não suportam e nem dão ao mercado sinais adequados para investimentos em nova capacidade de geração quando o mix de fontes de energia tem custo de geração praticamente nulo, como no caso da energia solar e eólica. Por outro lado, os mercados de capacidade, supostamente estruturados para garantir a segurança do abastecimento do sistema, têm revelado subterfúgios para postergar subsídios em favor das fontes fósseis, em razão do curto horizonte temporal dos contratos e pela necessidade de despacho por solicitação.

O impacto agregado de uma significativa geração intermitente na rede elétrica também aponta para a necessidade de modificações nos atuais mecanismos do mercado de serviços auxiliares, do potencial de flexibilidade e independência dos mercados de serviços auxiliares.

Além disso, compreender as interações entre os serviços auxiliares, os mercados de energia e a política é fundamental para a criação de incentivos que estimulem a interação positiva entre as energias renováveis variáveis e a rede. Sem o alinhamento adequado das políticas, os geradores podem ser desencorajados a fornecer serviços auxiliares se forem recompensados apenas pela geração de energia. Historicamente, tais serviços têm sido prestados por inércia inerentes à frota de geração convencional, hídrica ou térmica. No entanto, o deslocamento de grandes geradores síncronos e a alta penetração de energia eólica e solar podem reduzir a capacidade da geração tradicional de fornecer tais serviços da forma tradicional.

Entretanto, unidades virtuais por agregação para o controle de fluxos elétricos, com armazenamento de ação rápida (baterias de lítio) e resposta automática de demanda podem fornecer frequência e resposta inercial se devidamente encorajados a fazê-lo por meio de pagamentos de serviços auxiliares ou requisitos de interconexão, como observado no programa UVAM (Unidades Virtuais Mistas Habilitadas, *Unità Virtuali Abilitate Miste* em Italiano), que será detalhado no próximo item (ARERA, 2017, TERNA, 2019).

Descentralizar e automatizar as decisões, incentivando a coincidência entre produção e consumo, é a forma de buscar o equilíbrio em um mercado de varejo mais amplo e diversificado, que seja flexível por meio de esquemas de agregação de grandes *players* e usuários finais, através de investimentos locais em geração renovável com armazenamento compartilhado em nível distrital. A interação entre o operador da rede (ONS no caso brasileiro) e os agentes transmissores e distribuidores, com esses últimos, interagindo e coordenando os usuários finais, por esquemas de agregação, poderia auxiliar a equilibrar a rede elétrica e permitiria resultados inteligentes de planejamento técnico e modelos de operação inovativos. Tais modelos poderiam, inclusive, ser aplicados para priorizar os aspectos ambientais, sociais e econômicos, permitindo ao setor elétrico avançar na pauta da transição energética.

Nada obstante, redesenhar a estrutura do mercado elétrico implica em muitos desafios nas esferas jurídica e técnica. É por isso que os projetos piloto e os testes destes novos modelos de negócio são necessários para obtenção de dados relevantes do produto/serviço de caráter inovador, criando parâmetros que auxiliem na implementação de uma regulação eficiente (MIGLIAVACCA *et al.*, 2017; GLACHANT, DOS REIS e ROSSETTO, 2019; TERNA, 2019; EPE, 2019). Para a plena implementação da transição energética ao redor do globo, os

resultados das experimentações precisam ser compartilhados e analisados, a fim de que possam melhor informar as decisões de mudança da estrutura dos mercados de eletricidade (EUROPE COMMISSION, 2018; EUROELECTRIC, 2019; IRENA, 2019b; LILLIESTAM *et al.*, 2019, LEAL-ARCAS, 2019; LAWRENCE e SCHÄFER, 2019).

Conforme será detalhado no item 4.4 *PROPOSTAS DE POLÍTICAS REGULATÓRIAS PARA ACELERAÇÃO DA TRANSIÇÃO ENERGÉTICA ATRAVÉS DA GERAÇÃO DISTRIBUÍDA NO BRASIL*, o presente estudo entende que incentivar a realização de *clusters* que agregam resposta à demanda, geração renovável e armazenamento em unidades físicas e esquemas virtuais, através de modelo de negócios de eletricidade impulsionados por redes inteligentes e ações coletivas são uma forma importante de construir um modelo custo-efetivo e flexível, conferindo confiabilidade e resiliência à rede elétrica no futuro.

Se os novos sistemas de geração de energia distribuída forem implantados com uma visão sistêmica, apoiada em um planejamento holístico que considere as necessidades e capacidades da rede de distribuição e de usuários dos setores residencial, industrial e comercial, será possível promover a postergação de investimentos na rede, além de fornecer flexibilidade e energia renovável para os usuários. Tais medidas poderiam ser implementadas por iniciativa das distribuidoras, através do ICP (art. 15 do Decreto n. 5.163/2004), caso este vier a ser adequadamente reformado.

Além disso, um novo quadro jurídico para negócios emergentes de eletricidade baseados em redes inteligentes e impulsionados por esquemas coletivos, a exemplo do Autoconsumo Coletivo - ACC, das Comunidades Energéticas Locais – CELs e esquemas virtuais por agregação (*Virtual Power Plants - VPP*), que incentivem contemporaneidade entre a geração e o consumo, maximizando a flexibilidade de seus integrantes, serão importantes para empresas inovadoras de pequeno e médio porte (PMEs). Tais arranjos podem promover soluções baseadas no mercado que permitem mais competição e colaboração entre todos os atores do setor de energia para assim precificar também a flexibilidade (como deve ser feito no caso das emissões de GEE e outras “externalidades”), deixando o mercado encontrar as soluções mais custo-efetivas para promover a transição energética. Por exemplo, oferecendo uma justa remuneração, seria possível modular a utilização dos aparelhos de condicionamento (aquecimento e resfriamento) para que seguissem a produção local de energia ou atuassem previamente a fim de reduzir a demanda durante o horário de pico. Ademais, em um futuro próximo, a interação entre os veículos elétricos e a rede de distribuição, através dos ciclos de recarga desde podem se tornar relevantes ao se limitar a recarga no períodos críticos e até através da implementação de protocolos de *vehicle-to-grid* (V2G), que permitam injetar

eletricidade armazenada nas baterias dos veículos na rede para contribuir com o atendimento ao pico de demanda.

2.1.1.1 Experiências de criação de um mercado de serviços de flexibilidade

Em 2017, a Resolução ANEEL n.º 792/2017 tentou pilotar e testar um mercado de flexibilidade pelo lado da demanda no Brasil (BRASIL, 2019a). Este foi o primeiro programa de resposta à demanda implementado, porém, foi direcionado a um universo restrito de agentes (apenas consumidores que contam com contratos de energia no ambiente de mercado livre) e localizados exclusivamente na região Norte-Nordeste, em razão da escassez de água na região naquele ano (BRASIL, 2019a). O objetivo principal do programa, portanto, era reduzir a geração a partir de óleo combustível e diesel no sistema, evitando o acionamento das usinas contratadas por disponibilidade com maior custo marginal de operação no referido subsistema (BRASIL, 2019a).

Pela regulamentação do programa, o pedido de despacho seria feito no dia anterior e confirmado com até 3 horas de antecedência, antes da efetiva redução da carga. Acontece que apenas dois participantes responderam positivamente ao programa, tendo sido habilitado um total de apenas 10MW. Entretanto, nenhuma redução na carga foi efetivamente realizada ao longo da duração do programa, em razão de falta de confirmação da disponibilidade para despacho por parte dos agentes habilitados. Deste modo, o programa expirou em 30 de junho de 2019, sem que fosse realizada qualquer redução concreta. Nada obstante, a ANEEL está estudando formas de aprimorar as regras para um novo piloto, dada a importância do tema (BRASIL, 2019a).

Em outros países, experimentos semelhantes de criação de um mercado de flexibilidade também tem sido realizados. Na Itália, por exemplo, um programa semelhante foi executado com relativo sucesso, apesar de em nenhuma das chamadas até o momento ter preenchido completamente o total de 1000MW que vem sendo periodicamente ofertado.

No caso italiano, a resolução da Autoridade para o Sistema de Eletricidade, Gás e Água (ARERA) n.º 300/2017 estabeleceu um mercado piloto de flexibilidade ao permitir que unidades de médio porte (a partir de 1MW) participassem do Mercado de Serviços de Despacho (MSD) para fornecer serviços auxiliares pelo conceito de Unidades Virtuais Mistas Habilitadas (UVAM - *Unità Virtuali Abilitate Miste* em Italiano), garantido pagamentos para flexibilidade fornecida à rede elétrica (ARERA, 2017; TERNA, 2019).

Segundo relatório do operador do sistema TERNA (2019), em julho de 2019, 14 agentes habilitaram no piloto UVAM um total de 283,9 MW de capacidade em relação a um total disponibilizado pelo operador da rede (TERNA) de 1000 MW, com um preço inicial para lances no leilão de 30.000€/MW/ano em 2019 (na modalidade “pagamento por lance”). O despacho é então solicitado diretamente pelo operador da rede (TERNA) com 3 horas de antecedência e confirmado 15 minutos de antecedência da alteração da carga do agente. A flexibilidade pode ser fornecida por geração, redução da demanda, por uma combinação de ambos e também por meio de agregação de outros usuários finais (TERNA, 2019).

A abertura deste novo mercado permite a centrais de produção não relevantes e unidades consumidoras de média dimensão (de 1MW a 10MW) prestarem, elas próprias, serviços auxiliares à rede elétrica nacional por agregação ou modulação da demanda e geração.

A experiência vem se expandindo e, em 2020, foi executado um projeto piloto para a agregação residencial de sistemas de geração fotovoltaicos que possuem baterias de lítio associados na cidade de Milão, através do distribuidor daquela cidade (A2A), e em 2021 está previsto um piloto nacional com os usuários residenciais, permitindo a participação no MSD através do UVAM, por meio de esquemas de agregação de usuários finais.

Os serviços de agregação e resposta à demanda podem aumentar e valorizar a flexibilidade em termos de ciclo de produção e consumo de uma maneira inovadora, permitindo também a participação de novos atores no campo da energia (ARERA, 2017; VILLAR, BESSA E MATOS, 2018; TERNA, 2019). De fato, espera-se que tais serviços entrem no escopo das CE, aumentando a sua gama de atividades e aumentando a atratividade.

2.1.2 Democracia energética, participação ativa e o futuro do sistema elétrico

A possibilidade de colapso ambiental iminente causado por ações antrópicas e, em especial, pela utilização de combustíveis fósseis, finalmente tem ganhado espaço na grande mídia, através das coberturas relacionadas a eventos climáticos extremos (THE GUARDIAN, 2019b, c, d). Tais narrativas tem despertado os cidadãos para a necessidade de promover ações que visem à mitigação e adaptação em relação a tais eventos, seja de modo direto ou através de movimentos para influenciar as decisões políticas (FORMAN, 2017; JASANOFF, 2018; MÜLLER e WELPE, 2018; HILLMANA, AXONA e MORRISSEYA, 2018; JACA *et al.*, 2018; LEAL FILHO *et al.*, 2019), em especial por meio dos conceitos de democracia energética (BURKE e STEPHENS, 2017, 2018; STEPHENS, 2019) e justiça energética e climática

(HEALY e BARRY, 2017; SOVACOOOL et al. 2017; THOMAS e WARNER, 2019; PELLEGRINI-MASINI, PIRNI e MARAN, 2020).

Segundo Stephens (2019), o conceito de democracia energética refere-se a um movimento social em que se prioriza o potencial de redistribuição de poder para as pessoas, através da transformação dos sistemas de energia, destacando os impactos sociais negativos dos combustíveis fósseis na concentração de poder e riqueza, além da degradação do meio ambiente. Os princípios da democracia energética, portanto, conectam a mudança dos sistemas energéticos com uma transformação em direção a uma sociedade mais justa e igualitária, promovida pela transição para as fontes renováveis, através de uma visão de base regional e local, que busca compor um mix apropriado de diferentes fontes renováveis capazes de satisfazer 100% das necessidades da sociedade.

A seu turno, os conceitos de justiça energética e justiça climática, como destacado por Sovacool *et al.* (2017), Thomas e Warner (2019), Pellegrini-Masini, Pirni e Maran (2020), emergem da justiça social e se conectam com o de democracia energética na medida em que visam tornar a energia acessível, limpa e administrada democraticamente, através do estabelecimento de processos decisórios sobre a política energética que possam resolver as tensões entre política, economia e questões socioambientais de forma justa. A justiça energética e climática, portanto, focaliza-se na defesa das comunidades na linha de frente da poluição e das mudanças climáticas.

Em resposta à ressonância de tais questões em movimentos de base social, mais países estão começando a planejar medidas para impulsionar a transição energética e definir novas metas para a neutralidade de carbono no setor elétrico ou mesmo em suas economias nacionais (EUROPE COMMISSION, 2018; CAT, 2020a; ELKERBOUT *et al.*, 2020; WEF, 2020). Como visto anteriormente, o sistema energético é um dos principais produtores de emissões de GEEs em todo o mundo, e as emissões relacionadas à eletricidade a nível global e no Brasil, ainda estão crescendo (CAT, 2020b; BRASIL, 2020b). Sem embargo, a trajetória de 1,5°C (cenário <450ppm), indicada na Figura 1, requer profundas mudanças na economia global e em particular nas cadeias produtivas de energia elétrica, a fim de impulsionar a eletrificação dos usos finais e, ao mesmo tempo, obter praticamente toda eletricidade e aquecimento/resfriamento necessários para atender às necessidades humanas por meio de fontes não fósseis.

A fim de garantir uma acelerada expansão da geração renovável, a propriedade de tais sistemas por parte de comunidades locais tem emergido como parte da solução para se viabilizar uma revolução ecológica no setor de energia, visando enfrentar a crise climática, as

desigualdades econômicas e a injustiça socioambiental em um mundo em crise (HEALY e BARRY, 2017; SARDI *et al.*, 2017; ACOSTA *et al.*, 2018; BAUWENS e DEVINE-WRIGHT, 2018; JENKINS, SOVACOOOL e MCCAULEY, 2018).

No presente estudo o conceito de Comunidade Energética Local - CEL é definido como uma entidade que administra um sistema de energia com propriedade comunitária e governança local para gerar benefícios socioeconômicos coletivos (coesão social e economia local) por meio do autoconsumo de geração de ER e múltiplos serviços de energia.

As CELs envolvem iniciativas focadas principalmente no fornecimento de energia acessível de um tipo específico, como ER, para seus membros, em vez de priorizar a obtenção de lucros como uma empresa de energia tradicional. Essas iniciativas são lideradas por grupos de usuários organizados e geralmente são focadas em uma área específica (dimensão local), conforme destacam Burke e Stephens (2018), Brummer (2018), Gui e Macgill (2018). As comunidades energéticas (CEs) e outros esquemas de Autoconsumo Coletivos (ACCs) de energia também podem fornecer acesso a usuários sem qualquer área para unidades de geração ou em situação de pobreza energética.

Para garantir que tais iniciativas possam se desenvolver, um novo desenho de mercado é necessário, e está em construção em alguns países (AUGUSTINE, MCGAVISK, 2016; HILLMANA, AXONA e MORRISSEYA, 2018; RESCOOPMECISE, 2018; ALESSI *et al.*, 2019; VONA, 2019). Por exemplo, em 2050, espera-se que 264 milhões de cidadãos da UE ingressem no mercado da energia como prossumidores, gerando até 45% da eletricidade renovável da matriz elétrica (RESCOOPMECISE, 2018). Como destaca o relatório de RescoopMecise (2018), as CELs podem ser uma maneira eficiente de gerenciar energia em nível local, consumindo eletricidade autogerada diretamente ou de modo coletivo a nível distrital.

Nos últimos anos, autores como Dubois *et al.* (2019) e Peter *et al.* (2019), além de relatórios internacionais, a exemplo de IRENA (2019a, b) e REN21 (2020), tem demonstrado que bairros e distritos são as unidades ideais para se trabalhar com produção e consumo de energia local para se avançar na transição energética. Neste diapasão, colocar CELs e prossumidores no centro do novo mercado de energia apresenta-se como modo para garantir um caminho sustentável e justo na transição de baixo carbono com o objetivo de limitar o aquecimento global em 1,5°C.

O potencial das comunidades energéticas para trazer cidadãos para o tema da energia e impulsionar a transição é enorme, como destacado pelo RescoopMecise (2018), entretanto, projetos-piloto locais ainda são cruciais para mostrar como esses sistemas podem funcionar na

prática, criando e aprendendo sobre este novo negócio e modelos de governança, bem como melhorando percepção do público, aceitação e participação ampla.

2.1.2 A inserção da geração distribuída no mundo

De acordo com Gomes *et al.* (2018) e Silva *et al.* (2019), os principais incentivos propiciados pelos diferentes países do mundo para a inserção da geração distribuída se verificam através de sistemas de compensação de energia (*net metering*) e tarifas de entrada (*feed-in tariffs* - FIT⁷), sendo ambas políticas essenciais para estimular a sua difusão, sobretudo nos estágios iniciais. O sistema de compensação é utilizado predominantemente nos EUA e Brasil, enquanto que o *feed-in tariff* foi utilizado inicialmente na Europa e se verifica também em países da Ásia, como China e Japão.

Dentre as tecnologias existentes na modalidade de GD, a que mais tem se destacado, em razão da modularidade e preços decrescentes é a fotovoltaica, cuja utilização tem sido predominante nesta modalidade na maioria dos países e também no Brasil. Não por acaso, relatórios da IEA (2018, 2021), IRENA (2019a e b) e REN21 (2020) indicam uma expansão expressiva da fonte fotovoltaica tanto para geração centralizada (GC) quanto para GD na próxima década, com a produção anual de painéis fotovoltaicos atingindo algo entre 355GWp e 660GWp por ano em 2030, sendo a capacidade total instalada prevista para 2050 algo em torno de 9,2TWp (Internacional Technology Roadmap for PV, 2017).

A forte expansão da geração FV, entretanto, traz desafios de abastecimento das cadeias de produção com recursos naturais (SACHS, 1993; SOARES, 2015) e mão de obra qualificada para execução dos serviços (IRENA, 2017a, 2020c). Ademais, após o decurso de sua vida útil, estimada em 25/30 anos, cada um dos painéis deverá ser descomissionado e descartado corretamente. Com o fim da vida útil dos painéis instalados no início dos anos 2000 se aproximando e o crescente volume instalado anualmente, começa-se a questionar como evitar a geração desta quantidade de resíduos tecnológicos e como construí-los já considerando todo o ciclo de vida dos equipamentos, além do desenvolvimento de eventuais processos, tecnologias

⁷ Tarifa de entrada (*feed-in tariff*, que em uma tradução literal seria “tarifa de alimentação”), é também denominada em alguns países de *advanced renewable tariff*/tarifa renovável avançada ou *renewable energy payments*/pagamentos de energia renovável) é um mecanismo de política e planejamento energético projetado para acelerar investimentos em tecnologias de energia renovável, oferecendo contratos de longo prazo para produtores que realizam os investimentos na instalação do sistema. Seu objetivo é oferecer uma compensação econômica segura para produtores, fornecendo certeza de preço e contratos de longo prazo que ajudam a financiar investimentos em energia renovável.

e regulamentações necessárias ao seu correto descarte, conforme já destacaram MAJEWSKI *et al.*, (2021).

Embora tenha avançado nos últimos anos, o Brasil, que possui um dos melhores recursos solares do planeta, continua com crescimento restrito no que tange a tecnológica FV. Em 2019 se apresentava como o 25º país em capacidade instalada total, estando atrás de países como Turquia, Ucrânia, Chile, México, África do Sul, Vietnã (IRENA, 2020b). Entretanto, nos últimos anos, tem-se observado uma expansão da fonte apoiada sobretudo na modalidade de GD, a qual superou a capacidade instalada em GC no ano 2020. Entretanto, o Brasil possui atualmente 84,4 milhões de consumidores de energia elétrica, mas apenas 0,3% destes são *prosumers* (75.000 conexões) (BRASIL, 2020b). Países como Austrália, China, EUA, Reino Unido, Alemanha, Itália e Japão já ultrapassaram a marca de 2 milhões de sistemas solares fotovoltaicos instalado na modalidade de GD em suas respectivas matrizes.

Neste sentido cabe destacar que as iniciativas regulatórias adotadas no Brasil, em especial pela ANEEL e MME não são equivalentes as políticas ou programas verificados nos países que se encontram na vanguarda da tecnologia solar e da GD, a exemplo dos Estados Unidos, Holanda, Reino Unido, Canadá, Alemanha, Espanha, Itália, Austrália, China, Índia, Malásia e França (HOSENUZZAMAN *et al.*, 2015; PINTO, AMARAL e JANISSEKD, 2016; SILVA *et al.*, 2019; VALDES *et al.*, 2019), na medida em que estas nações têm políticas abrangentes que lidam com a questão de diversos ângulos, incluindo o regulatório (por exemplo, isenções fiscais, subsídios, tarifas de entrada/*feed in tariff*, obrigatoriedade em construções novas), além de incentivos em pesquisa e desenvolvimento tecnológico, educação em energia renovável e padrões operacionais para sistemas fotovoltaicos integrados a edifícios (ISMAIL *et al.*, 2015; HE *et al.*, 2016; SILVA *et al.*, 2019; VALDES *et al.*, 2019).

Além disso, em países onde a cidadania é consolidada e a competição pelo uso da terra é alta, como nos países europeus, a aceitação de projetos de energia renovável implantados em solo, por meio de instalações de grande escala é limitada (DELICADO, FIGUEIREDO, SILVA, 2016; SUŠKEVIČS *et al.*, 2019, SCHWARZ, 2020), de modo que a transição energética não pode ser impulsionada apenas por energia renovável em *utility scale* (RODDIS *et al.*, 2018). Por outro lado, mesmo em países com grandes áreas territoriais, como os EUA, China ou mesmo Brasil, a GD de está assumindo um papel fundamental na expansão da energia renovável e configuração da rede elétrica do futuro, devido às limitações na capacidade de escoamento do fluxo elétrico nas redes de transmissão e congestionamentos, além de imperativos de segurança do abastecimento (HE *et al.*, 2016; KOIRALA *et al.*, 2016; SARDI *et al.*, 2017; IRENA, 2019a, NASEM, 2021; REN21, 2021).

De fato, diante da entrada da GD na rede de baixa tensão, os agentes reguladores de países como Alemanha, França, Reino Unido e Itália, têm tomado medidas para equacionar os impactos técnicos da GD, buscando enfrentar em especial: os fluxos reversos de energia e seus impactos nos sistemas de proteção, a variabilidade do padrão de perdas da rede, que depende da localização dos geradores e do volume de carga injetada, a necessidade de aumento das proteções anticurto-circuito, questões relativas as mudanças no perfil de voltagem, além dos impactos na qualidade da energia e da possibilidade de aumento das frequências harmônicas (COLMENAR-SANTOS *et al.*, 2016, p. 1145; VELDHUISA, LEACH e YANGA, 2018; SILVA *et al.*, 2019; VALDES *et al.*, 2019).

Ademais, com a redução expressiva dos custos dos painéis FV, uma penetração cada vez maior de fontes intermitentes na rede, decorrente do amadurecimento do mercado, vem sendo discutido pelos reguladores em especial nos EUA e UE, a mudança de uma estrutura de mercado zonal ou geográfico⁸ para uma estrutura de preços locacional ou nodal⁹, em tempo real, no setor elétrico (FORMAN, 2017; MIGLIAVACCA *et al.*, 2017; BRUMMER, 2018; ALESSI *et al.*, 2019; FSR, 2019; BACKE, KARA E TOMASGARD, 2020; BOROWSKI, 2020), para melhor precificar a eletricidade e evitar congestionamentos na rede, estimular a resposta à demanda, incentivando a GD e reduzindo novos investimentos em linhas de transmissão e usinas a combustível fóssil, por meio de mecanismos de mercado (ERBACH, 2016; EUROPE

⁸ Quando o mercado de elétrico é organizado de modo zonal ou geográfico encontra-se dividido em grandes áreas de preços (zonas) e é baseado no pressuposto de que as oportunidades de entrega da eletricidade ao interno destas zonas são iguais e, portanto, se aplica um preço uniforme à eletricidade. Este modelo, simplifica a precificação ao não distinguir os geradores em razão de sua posição geográfica, como consequência exclui da formação dos preços as questões de congestionamento, às quais são geridas por um operador com base em critérios de otimização técnica do sistema. A única limitação às transações que é considerada é a capacidade de transmissão entre as diferentes zonas. Nos mercados zonais, portanto, o congestionamento da rede não está sujeito a uma solução baseada no preço/mercado. Este modelo é mais difuso, sendo adotado no Brasil e na Europa, é mais simples para os agentes e mais aceito politicamente, visto que concede igualdade de tratamento entre agentes que vendem energia.

⁹ Mercados elétricos locacionais ou nodais existem nos EUA, Austrália e Nova Zelândia e se constituem em modelos de mercado elétrico nos quais o preço a eletricidade varia de modo dinâmico de acordo a localização do agente de geração e local da entrega/consumo da eletricidade, na medida em que incorporam os custos da transmissão, em tempo real (ou quase, a depender da granularidade do modelo), em sua formulação. A formação dos preços levando em conta as restrições de transporte da eletricidade necessita de uma rede com alto grau de monitoramento, controle e capacidade de processamento de informações (maior digitalização da infraestrutura). Como contrapartida, abre-se uma ampla gama de oportunidades para atender aos desafios emergentes de uma maior integração de tecnologias de geração renovável intermitente, com uma abordagem baseada no mercado e, portanto, capaz de permitir a integração destas a um custo potencialmente menor. A formulação de preços com base em um mercado nodal é entendida como superior aos mercados zonais, no que se refere a capacidade para lidar com o congestionamento das redes, na medida em que costuma reduzir os custos associados a estes, apesar de apresentar um grau de complexidade maior para sua estruturação e operação. Como a geração distribuída encontra-se próxima a carga, um arranjo de mercado que valorize as restrições da rede na formação do preço, poderia favorecer tais unidades geradoras.

COMMISSION, 2018; KOIRALA, VAN OOST e VAN DER WINDT, 2018; MEEUS e NOUICER, 2018; EUROELECTRIC, 2019; WBG, 2019).

A coincidência entre geração e consumo será cada vez mais necessária para desafogar a rede de distribuição e evitar fluxos reversos. De fato, ao longo desta década, será necessário reinventar o setor elétrico a partir de uma nova base capaz de integrar cada vez mais as fontes intermitentes e distribuídas, levando em consideração da segurança energética, os impactos de eventos climáticos extremos (FSR, 2019; GLACHANT, DOS REIS e ROSSETTO, 2019) e da pobreza (IRENA, 2019a; WBG, 2019a).

Para alcançar as metas do Acordo de Paris sobre as Mudanças Climáticas e os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030, será preciso viabilizar um novo caminho evolutivo, socioambientalmente mais justo e sustentável para os setores elétricos mundiais, a fim de se alavancar o desenvolvimento econômico e o bem-estar da sociedade em um ambiente mais hostil, tendo em vista que uma “transição energética súbita e desordenada” representará ainda mais desafios para o setor de energia (ROCKSTRÖM *et al.*, 2017; HEALY, BARRY, 2017; IPCC, 2018; JACA *et al.*, 2018; IRENA, 2019a, SOVACOOOL, 2021). Neste diapasão a aplicação do paradigma da *doughnut economy*¹⁰ (RAWORTH, 2017) pode ser desejável, uma vez que enfatiza a circularidade e a busca de prosperidade em sintonia com as necessidades das sociedades e os limites ecológicos do planeta.

2.1.4 A experiência recente da União Europeia com comunidades energéticas

O setor elétrico da UE aumentou a percentagem de produção de ER para 32,1% em 2018 (EUROSTAT, 2020). No entanto o sistema elétrico em diversos países europeus, a exemplo da Alemanha, ainda sofre de aumento nas emissões, altos níveis de fluxos não programados e reversos e um aumento nos custos de redespacho, que são parcialmente devidos à configuração geográfica (zona) subótima do mercado e distribuição dos recursos ER disponíveis (NOUICER e MEEUS, 2019). Por tais motivos, a estrutura do mercado de eletricidade vem sendo amplamente discutida nos últimos anos a nível europeu (NOUICER e MEEUS, 2019; VALDES *et al.*, 2019).

¹⁰ O termo *doughnut economy* foi cunhado em 2017 pela economista britânica Kate Raworth em livro de mesmo nome, que propõe um novo modelo econômico que substitui a busca pela curva de crescimento infinito do Produto Interno Bruto (PIB) por um círculo de prosperidade em equilíbrio, no qual as necessidades de todos são satisfeitas sem esgotar os recursos do planeta (<https://doughnuteconomics.org/>).

Além disso, a crescente penetração da geração de ER variável aumentará os desafios de equilibrar e controlar os fluxos de energia. Para a transição energética na Europa, 21% da eletricidade gerada por energia solar e eólica na rede está prevista até 2030 (de 41% da participação total de eletricidade renovável) no cenário de referência e 29% de 50% da participação total no cenário *Renewable Energy Map* (EU e IRENA, 2018). A geração variável a partir das fontes de ER e a configuração do sistema elétrico (aspectos de política, mercado e geográficos) estão se tornando um fator limitante para a eficiência do processo de integração do mercado de eletricidade (ORIOLO e GANGI, 2017; NOUICER e MEEUS, 2019, DUBOISA *et al.*, 2019).

Sem embargo, apesar do consenso sobre a necessidade de mudanças nos comportamentos dos usuários finais, nas dinâmicas econômicas e nos desafios tecnológicos para a criação de um paradigma mais sustentável no setor de energia, em consonância com as metas climáticas e a Agenda 2030, as abordagens coletivas apenas começam a ser exploradas como instrumentos de promoção da transição para uma sociedade com baixo teor de carbono, sustentável e justa. Este é particularmente o caso em países como a Itália, onde os esquemas coletivos de "um para muitos" e de "muitos para muitos" foram implementados pela primeira vez em 2020, em uma fase experimental para testar o autoconsumo coletivo (ACC) e as Comunidades Energéticas Renováveis (CER) no país (ITÁLIA, 2020a, CANDELISE e RUGGIERI, 2020). Tais inovações legislativas derivam do novo 'Pacote de Energia Limpa para todos os Europeus' (CEP) que busca criar um quadro jurídico adequado à transição energética nos Países-Membros e, para tanto, atribuí um papel especial aos cidadãos e às atividades comunitárias (EUROPE COMMISSION, 2018; RESCOOPMECISE, 2018). O pacote regulatório europeu para o redesenho do mercado de eletricidade no bloco que foi adotado entre 2018 e 2019, conforme se observa na Tabela 1.

Tabela 1 - Diretivas do Pacote de Energia Limpa - Energia Limpa para Todos os Europeus com detalhes de aprovação e data de transposição

Diretiva	Comissão Europeia (Proposta)	Parlamento Europeu (Adoção)	Conselho Europeu (Adoção)	Publicação no Jornal Oficial	Entrada em Vigor para os Estados Membros
Desempenho energético em edifícios	30/nov/2016	26/mar/2019	14/mai/2018	19/jun/18	Transposição em 10/mar/2020
Energia Renovável	30/nov/2016	13/nov/2018	12/abr/18	21/dez/18	Transposição em 30/jun/2021

Eficiência Energética	30/nov/2016	13/nov/2018	12/abr/18	21/dez/18	Transposição em 25/jun/2020 e em 25/out/2020 para aspectos especiais
Governança	30/nov/2016	13/nov/2018	12/abr/18	21/dez/18	Diretamente aplicável a partir de 24/dez/2018 e 1/jan/2021 para aspectos especiais
Regulamento de Eletricidade	30/nov/2016	26/mar/2019	22/mai/19	14/jun/19	Diretamente aplicável a partir de 1/jan/2020
Mercado Elétrico Interno	30/nov/2016	26/mar/2019	22/mai/19	14/jun/19	Transposição em 31/dez/2020
Preparação para riscos	30/nov/2016	26/mar/2019	22/mai/19	14/jun/19	Diretamente aplicável a partir de 4/jul/2019
Agência de Cooperação dos Reguladores da Energia (ACER)	30/nov/2016	26/mar/2019	22/mai/19	14/jun/19	Diretamente aplicável a partir de 4/jul/2019

Fonte: Adaptado de CUNHA *et al.* (2021)

O CEP busca ampliar a participação do consumidor, através de estruturas especiais, a exemplo do ACC e CE. O pacote de diretivas aprovado obriga ainda os Estados-Membros a garantir um mercado de eletricidade da UE mais competitivo, centrado no cliente, flexível e não discriminatório, com preços de fornecimento baseados no mercado (EU e IRENA, 2018; RESCOOPMECISE, 2018, EUROPEAN COMMISSION, 2019; NOUICER e MEEUS, 2019). O prazo final para internalização das Diretivas pelos estados membros da UE através das leis nacionais é junho de 2021, conforme se observa na Tabela 1, mas se encontra atrasado em razão da emergência sanitária do Sars-CoV-2.

Autores como Acosta *et al.* (2018), Barbour *et al.* (2018), Bauwens e Devine-Wright (2018), Jenkins, Sovacool e Mccauley (2018), Koirala, Van Oost e Van Der Windt (2018) entendem que os esquemas coletivos de produção e consumo de energia que serão implementados com o CEP, através do incentivo à participação dos cidadãos, irão desempenhar um papel importante na garantia de uma transição energética de baixo carbono eficaz e acessível.

O CEP, entretanto, traz dois conceitos jurídicos diferentes de CEs. A revisão da Diretiva do Mercado Interno de Energia Elétrica - 2016/0380, aprovada em 14 de junho de 2019 (EU, 2019), define no art. 2, n. 11, o conceito de Comunidade Energética dos Cidadãos (CEC) e a revisão da Diretiva de Promoção às Energias Renováveis, aprovada em 21 de dezembro de 2018 (EU, 2018a), define no art. 2, n. 16, o conceito de Comunidade Energética Renovável (CER), conforme mostra a Tabela 2.

Tabela 2 - Conceitos de Comunidade de Energética Renovável - REC e Comunidade de Energética Cidadã - CEC

Diretiva para Promoção de Energia de Fontes Renováveis	Diretiva do Mercado Interno de Eletricidade
Diretiva (EU) 2018/2001	Diretiva (EU) 2019/944
Artigo 2 (16):	Artigo 2 (11):
<p>"Comunidade Energética Renovável" significa uma entidade jurídica: (a) que, de acordo com a legislação nacional aplicável, se baseia na participação aberta e voluntária, é autônoma e é efetivamente controlada por acionistas ou membros localizados nas proximidades do projetos de energia renovável que pertencem e são desenvolvidos por essa entidade legal; (b) cujos acionistas ou membros sejam pessoas físicas, pequenas e médias empresas ou autoridades locais, incluindo municípios; (c) cujo objetivo principal é fornecer benefícios ambientais, econômicos ou sociais à comunidade para seus acionistas ou membros ou para as áreas locais onde opera, ao invés de lucros financeiros.</p>	<p>"Comunidade Energética dos Cidadãos": (a) baseia-se na participação voluntária e aberta e é efetivamente controlada por membros ou acionistas que sejam pessoas físicas, autoridades locais, incluindo municípios, ou pequenas empresas; (b) tem como objetivo principal proporcionar benefícios ambientais, econômicos ou sociais à comunidade aos seus membros ou acionistas ou às áreas locais onde opera, em vez de gerar lucros financeiros; e (c) pode se envolver na geração, incluindo a partir de fontes renováveis, distribuição, fornecimento, consumo, agregação, armazenamento de energia, serviços de eficiência energética ou serviços de cobrança para veículos elétricos ou fornecer outros serviços de energia aos seus membros ou acionistas.</p>

Fonte: Elaboração própria com dados de EU (2018a e 2019)

O CEP apresenta, portanto, dois conceitos jurídicos diferentes de CE, cada um com suas particularidades. Entretanto, para unificar e generalizar a análise no presente estudo, usaremos em alguns momentos a definição de CE e para a proposta formulada, o conceito de CEL (Comunidade Energética Local) para indicar uma entidade que gerencia um sistema de energia com propriedade da comunidade e governança local para gerar benefícios socioeconômicos coletivos (coesão social e economia local) por meio do autoconsumo de geração de ER e serviços múltiplos de energia.

A Tabela 3 sintetiza os principais aspectos de cada um dos conceitos legais, facilitando uma análise comparativa destes.

Tabela 3 - Comparativo entre os conceitos de Comunidade de Energética Renovável - REC e Comunidade de Energética dos Cidadãos – CEC

	Comunidade Energética Renovável (CER)	Comunidade Energética dos Cidadãos (CEC)	Observações e Aspectos Distintivos
Diretiva	Diretiva (EU) 2018/2001	Diretiva (EU) 2019/944	Diretivas Europeias Diferentes
Data Limite de Transposição	30 de Junho de 2021	31 de Dezembro de 2020	Datas limites de transposição diferentes
Participação / Integrantes	Voluntária e aberta: pessoas físicas, autoridades locais, incluindo municípios ou pequenas e médias empresas	Voluntária e aberta: a associação à comunidade energética dos cidadãos deve ser aberta a todas as categorias de entidades	CEC é pode ser integrada por um leque maior de entidades em relação à CER.
Controle / Governança	Autônoma, efetivamente controlada por acionistas ou membros que estão localizados nas proximidades dos sistemas de geração.	Controlada por pessoas físicas, autoridades locais, incluindo municípios ou pequenas empresas. Sem necessidade de proximidade com o sistema de geração.	A CER, possui o princípio da autonomia, sendo controlada por membros localizados nas proximidades dos projetos de geração de FER. A CEC não possui essa limitação.
Atividades	Geração, distribuição, fornecimento, consumo, agregação, armazenamento de energia, serviços de eficiência energética ou prestação de outros serviços de energia aos seus membros ou acionistas (Sempre vinculado a FER)	Geração, distribuição, abastecimento, consumo, agregação, armazenamento de energia, serviços de eficiência energética ou serviços de carregamento de veículos elétricos ou prestação de outros serviços de energia aos seus membros ou acionistas (Desde que limitados ao âmbito elétrico).	Atividades semelhantes, mas o CER pode operar apenas com FER, independentemente do vetor. A CEC, por sua vez, não está limitada as FER, mas pode operar apenas no vetor eletricidade.
Vetor Energético	Calor, Gás, Eletricidade, mas apenas gerados a partir de FER.	Apenas eletricidade, entretanto, sem limitação em relação à fonte de geração.	Ver comentário acima.

Fonte: Elaboração própria com dados de EU (2018a e 2019)

O CEP também traz o conceito de “Autoconsumidores de energias renováveis” (*Renewables self-consumers*), que será referido no presente trabalho sempre como Autoconsumo Coletivo (ACC), o qual pode ser configurado como uma etapa intermediária para a criação dos CEs (CEER, 2019; FRIEDEN *et al.*, 2019; ROBERTS, FRIEDEN e D’HERBEMONT, 2019). O ACC se verifica quando um sistema fornece eletricidade para mais

de um usuário ("um para muitos") no mesmo edifício ou condomínio, o exemplo clássico é quando um edifício com várias unidades habitacionais, através de sistema instalado na área comum, fornece energia para o próprio condomínio e também para suas unidades autônomas.

O modelo de ACC está incluído na Diretiva UE 2018/2001 (Reformulação da Diretiva Promoção às Fontes de Energias Renováveis) (EU, 2018a) no artigo 21, sob a denominação de autoconsumidores de energias renováveis, conforme aqui transcrito:

«Autoconsumidores de energias renováveis» 4. Os Estados-Membros devem assegurar que os autoconsumidores de energias renováveis localizados no mesmo edifício, incluindo edifícios com vários apartamentos, tenham o direito de exercer conjuntamente as atividades a que se refere o n.º 2 e a partilha de energia renovável produzida no seu local ou locais entre si, sem prejuízo dos encargos de rede e outros encargos, taxas, impostos e taxas aplicáveis a cada autoconsumo de energias renováveis. Os Estados-Membros podem diferenciar entre autoconsumidores individuais de energias renováveis e autoconsumidores de energias renováveis agindo em conjunto. Qualquer diferenciação deve ser proporcional e devidamente justificada.

O modelo dos autoconsumidores de energias renováveis pode ser aplicado de forma singular ou coletiva. Nada obstante, quando tratarmos dele no presente trabalho, estaremos nos referindo sempre a sua composição coletiva, denominada de Autoconsumo Coletivo (ACC).

O ACC foi permitido na Itália em 2020, juntamente com o esquema da CER, como será detalhado no próximo item. Para alguns autores, como Roberts, Frieden e D'Herbemont (2019) e CEER (2019), este modelo se constitui como uma etapa preliminar rumo à regulamentação das CEs, na medida que a partir do ACC se poderia formar unidades de geração que seriam integradas posteriormente em um esquema comunitário mais complexo, como uma CE.

Conforme destacam Acosta *et al.* (2018), Barbour *et al.* (2018), Bauwens e Devine-Wright (2018), Jenkins, Sovacool e Mccauley (2018), onde foram operadas com sucesso, as iniciativas de ACC e CE forneceram valor econômico, social e ambiental às comunidades que vão além dos meros benefícios derivados do fornecimento de serviços de energia. As CEs também podem promover a eficiência energética no nível doméstico e ajudar a combater a pobreza energética. A nível comercial e industrial, podem conferir mais competitividade, reduzir o consumo e baixar as tarifas de abastecimento (SARDI *et al.*, 2017; KUBLI, LOOCK e WÜSTENHAGEN, 2018).

Na Europa, as iniciativas comunitárias de energia também estão demonstrando o seu potencial para facilitar a adoção de novas tecnologias e padrões de consumo, incluindo redes de distribuição inteligentes e resposta à demanda de alta qualidade, de forma integrada (SARDI *et al.*, 2017, GLACHANT, DOS REIS e ROSSETTO, 2019). Na verdade, quando a comunidade é baseada em *smart-grid* ou organizada como um *cluster*, ela pode ser parte da solução e ajudar a resolver a questão do equilíbrio da rede no nível de distribuição, ajustando geração e demanda em tempo real (BARBOUR *et al.*, 2018; KUBLI, LOOCK e WÜSTENHAGEN, 2018; EUROELECTRIC, 2019; GLACHANT, DOS REIS e ROSSETTO, 2019; PETER *et al.*, 2019; DONG *et al.*, 2020).

É importante ressaltar que alguns autores como Sardi *et al.* (2017), Müller e Welpé (2018), Van Der Stelt, Al Skaif e Van Sark (2018), consideram as CEs economicamente inviáveis de uma perspectiva estritamente de retorno econômico sobre o custo de investimento, motivo pelo qual defendem que a melhor forma de garantir a viabilidade é levar em consideração valores múltiplos, como balanceamento da rede, redução de demanda, serviços auxiliares e os custos evitados de reforço da rede.

O esquema de agregação de demanda possibilita também a coordenação de várias unidades (prosumidores ou não) para controlar a produção de geração e demanda de carga, explorando flexibilidade, unindo pequenos usuários para permitir sua participação no mercado atacadista de energia (BAUWENS e DEVINE-WRIGHT, 2018; HILLMANA, AXONA e MORRISSEYA, 2018; JENKINS, SOVACOOOL e MCCAULEY, 2018; KOIRALA, VAN OOST e VAN DER WINDT, 2018; GLACHANT, DOS REIS e ROSSETTO, 2019; PETER *et al.*, 2019).

A nova regulamentação, portanto, deve permitir que as CEs acessem o mercado atacadista de energia e atuem como agregadores, criando um novo tipo de *player* no campo da energia, sendo tal direito garantido pelo Diretiva do Mercado Elétrico Interno (EU, 2019).

As CEs por meio de esquemas de agregação melhoram a interação de iniciativas de GD de ER com o sistema de energia centralizado, permitindo uma transformação que parte da rede de distribuição e de investimentos dos usuários, com capacidade de reconfigurar o sistema elétrico no futuro (ACOSTA *et al.*, 2018; BARBOUR *et al.*, 2018; MÜLLER e WELPE, 2018).

A instalação de geração descentralizada de ER, planejada e executada por CEs, com a participação do distribuidor local no planejamento, também deve ser entendida como uma forma de superar questões como localização, infraestrutura de distribuição, custos de reforço da rede, segurança do sistema, redução de perdas e equilíbrio da rede (CUNHA *et al.*, 2018). É também imprescindível que as concessionárias e os operadores das redes de distribuição lucrem

com a eficiência e redução da demanda, ao invés do aumento volumétrico do consumo de seu mercado, incentivando, assim, a adoção de soluções de eficiência energética (EL HAGE e RUFÍN, 2016).

Os atores tradicionais de energia e as comunidades locais devem colaborar para compartilhar responsabilidades, tornar-se mutuamente responsivos e antecipar desenvolvimentos futuros para garantir uma transformação social e tecnologicamente aceitável em direção a um sistema de energia inteligente, inclusivo e sustentável. Tais iniciativas não devem apenas fornecer preços de energia competitivos e retorno aos investimentos para parceiros e membros, mas também ajudar no combate às mudanças climáticas, desenvolvendo a cooperação entre os atores do setor e fornecendo valor agregado à economia local (KOIRALA *et al.*, 2016; BARBOUR *et al.*, 2018; KUBLI, LOOCK e WÜSTENHAGEN, 2018; EUROELECTRIC, 2019; EUROPEAN COMMISSION, 2019; BACKE, KARA E TOMASGARD, 2020).

Por tais razões, as configurações locais de CEs estão ganhando maturidade, especialmente na Europa e entrando no radar do *mainstream* do setor de energia (KOIRALA *et al.*, 2016; HILLMANA, AXONA e MORRISSEYA, 2018; RESCOOPMECISE, 2018).

Koirala *et al.* (2016), por exemplo, mencionam mais de 2.800 cooperativas locais de energia, das quais 1.000 estão na Alemanha e 400 nos Países Baixos. No horizonte, para incrementar tais iniciativas, são previstas inovações técnicas, maior conscientização de diferentes atores, bem como ajustes no ambiente externo, incluindo regulação, legislação e cultura (LILLIESTAM *et al.*, 2019).

Conforme destacam Barbour *et al.* (2018), Brummer (2018), Gui e Macgill (2018); Koirala, Van Oost e Van Der Windt (2018), Müller e Welpé (2018) e Dubois *et al.* (2019), proporcionar condições adequadas para a colaboração entre os atores institucionais, sociais e do sistema energético, bem como o ambiente técnico, regulatório, político e de mercado é indispensável para o sucesso. Tais fatores juntos determinarão o surgimento e o progresso das CEs em direção à inovação no sistema de energia, realizando a transição energética para uma rede sustentável e de baixo carbono.

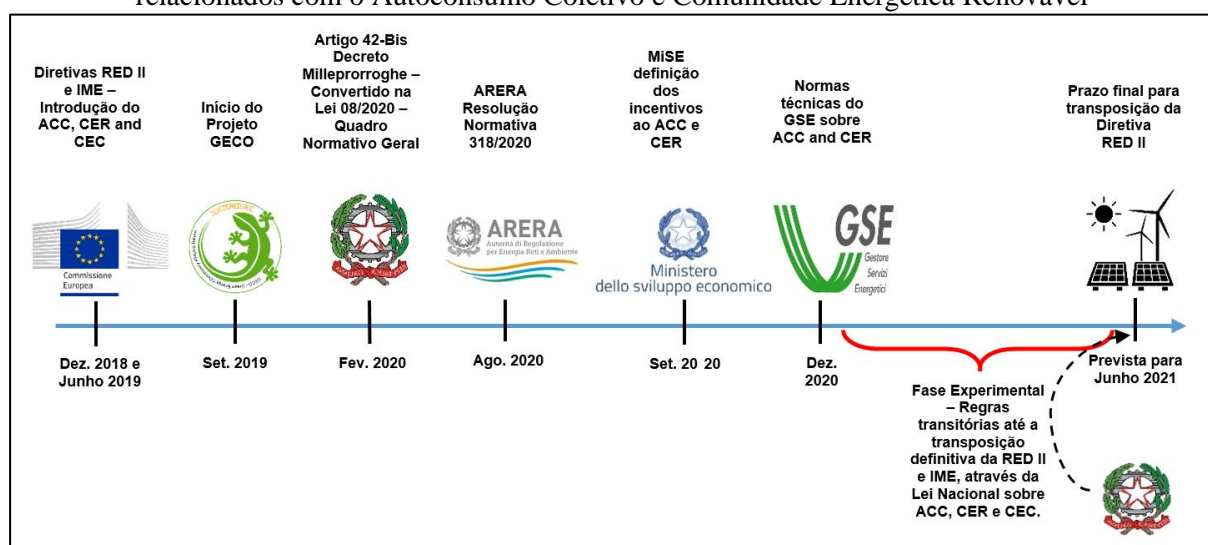
No entanto, como destacam EU e IRENA (2018) e Lilliestam *et al.* (2019) ainda há muito trabalho a ser feito na regulação do setor para viabilizar a modernização dos modelos de negócios tradicionais de serviços públicos, a fim de encorajar a eficiência energética, incluindo desacoplamento de receita e implementação de mecanismos de incentivo de desempenho para limitar o conteúdo de carbono da eletricidade (g/KWh) e as emissões de GEE.

2.1.4.1 A experiência Italiana com as comunidades energéticas renováveis

A Itália ainda não promulgou a lei nacional que realizará a transposição das Diretiva Energias Renováveis (EU, 2018a) ou da Diretiva sobre o Mercado Interno de Eletricidade (EU, 2019). Nada obstante, iniciou em 2020 uma fase de experimentação sobre ACC e CERs através do artigo 42-bis, inserido no Decreto *Milleproroghe* (posteriormente convertido na Lei n.º 8/2020, de 29 de fevereiro de 2020) (ITÁLIA, 2020a).

Em razão dos esquemas coletivos de compartilhamento de energia não se encontrarem permitidos na Itália até o advento da Lei n.º 08/2020 (ITÁLIA, 2020a), o recebimento provisório das Diretivas Europeias é um dos mais completos até o momento, tendo sido detalhado em normas sucessivas da ARERA e Gestor dos Serviços de Energia/*Gestore dei Servizi Energetici* - GSE, ao longo de 2020, conforme Figura 3.

Figura 3 – Linha do tempo situando o projeto GECCO e os diversos atos regulatórios italianos relacionados com o Autoconsumo Coletivo e Comunidade Energética Renovável



Fonte: Elaboração própria

O atual regulamento, portanto, inicia uma fase experimental de coleta de dados e elementos úteis para a implementação final das Diretivas (legislação nacional definitiva sobre CE), além de buscar o desbloqueio imediato do investimento em energias renováveis nessas configurações, para cumprir os objetivos estabelecidos no Plano Nacional Integrado de Energia e Clima (PNIEC) (ITÁLIA, 2019).

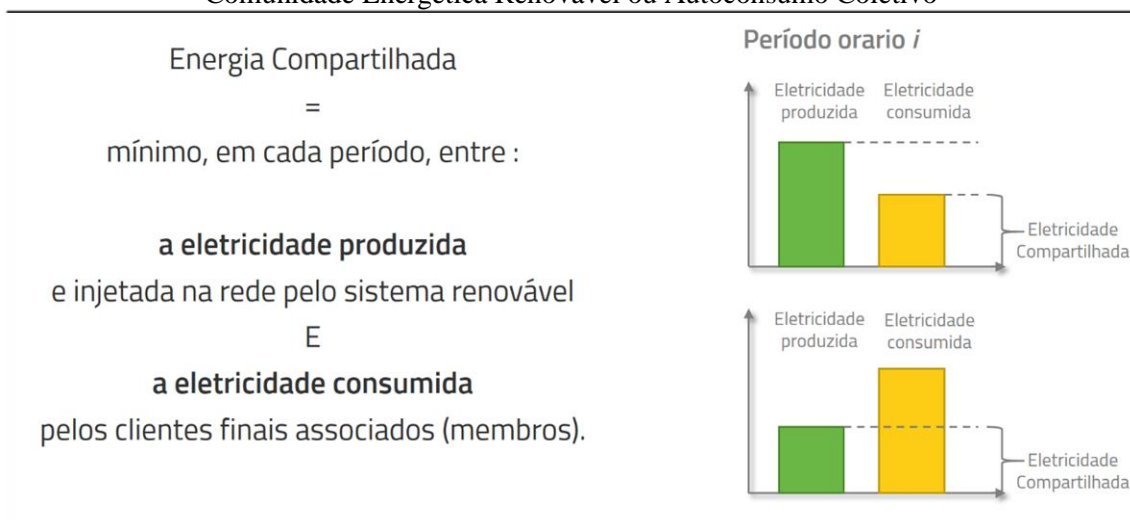
De acordo com o disposto no Decreto *Milleproroghe* (ITÁLIA, 2020), em ambos os esquemas coletivos de energia, ACC e CER, os participantes devem produzir energia para consumo próprio com novas instalações de ER com uma potência total não superior a 200 kWp.

Para compartilhar a energia produzida, os usuários devem usar as redes de distribuição existentes e usar apenas formas de autoconsumo virtual (ITÁLIA, 2020).

O esquema CE será aplicado apenas a usuários conectados à rede elétrica de baixa tensão, no mesmo alimentador de transformador de média/baixa tensão. Os participantes mantêm seus direitos como clientes finais, incluindo a escolha de seu fornecedor e a opção de deixar a comunidade quando desejarem. A participação também deve ser aberta a todos os usuários conectados ao mesmo alimentador elétrico, na tentativa de incluir famílias de baixa renda ou vulneráveis (ITÁLIA, 2020, ARERA, 2020). A concessionária segue responsável pelo atendimento da demanda do cliente e garantia da infraestrutura da rede. E não pode integrar a comunidade por expressa determinação das Diretivas Europeias (EU, 2018 e 2019).

A energia compartilhada entre os membros dos arranjos coletivos é igual ao mínimo verificado entre a eletricidade produzida e injetada na rede pela unidade de geração e a eletricidade retirada por todos os membros associados em um dado momento. A energia, portanto, é considerada compartilhada por autoconsumo instantâneo também por meio de sistemas de armazenamento, quando vem estocada para utilização em um momento posterior (ITÁLIA, 2020, ARERA, 2020). A Figura 4 ilustra de forma esquemática o modo de apuração da energia compartilhada entre os membros dos arranjos coletivos de autoconsumo e CE.

Figura 4 – Modo de Apuração da Energia Compartilhada entre os membros, nos modelos de Comunidade Energética Renovável ou Autoconsumo Coletivo



Fonte: Adaptado de GECO (2020b)

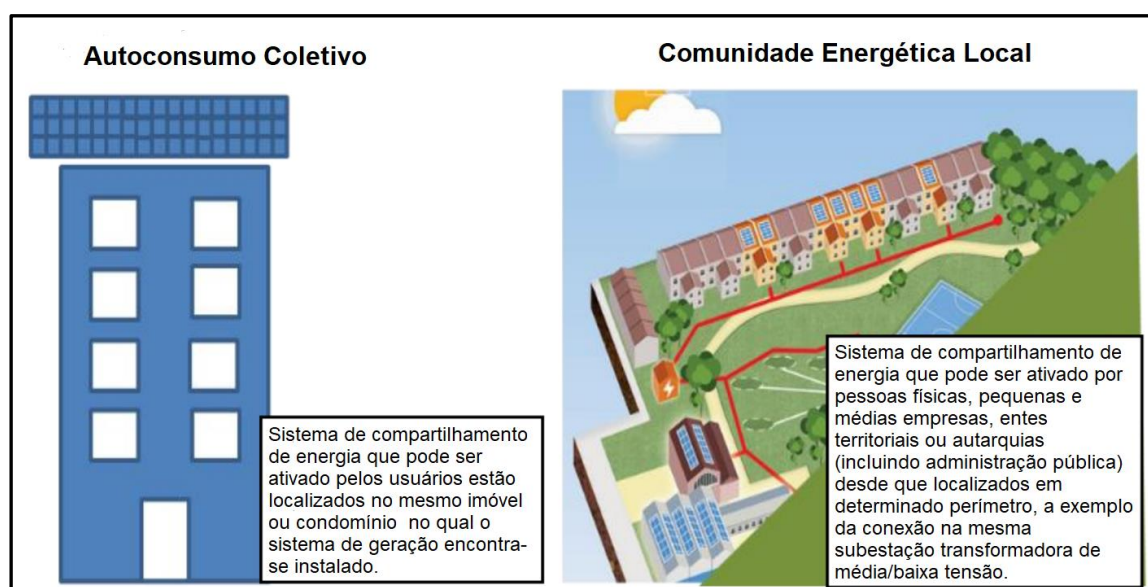
Conforme se observa na Figura 4, no caso 1 - gráfico superior - o sistema de geração produz mais energia do que aquela absorvida pelos usuários associados. A energia excedente, não é, portanto, compartilhada, sendo cedida ao sistema elétrico por uma remuneração

equivalente tão somente ao custo da componente energia, equivalente no caso brasileiro a 38% do valor do kWh, conforme detalhado na Tabela 12. Neste caso, a instalação de uma bateria para armazenamento do excente comportaria uma otimização do sistema, aumentando a taxa de compartilhamento

Esta fase experimental iniciada em março de 2020 pelo Decreto *Milleproroghe* (ITÁLIA, 2020) permanecerá em vigor até dois meses após a recepção definitiva da Diretiva Europeia sobre CE no quadro jurídico italiano (EU, 2018a, 2019), cuja promulgação deveria ocorrer junho de 2021, conforme mostra a Tabela 1, mas está prevista para o final de 2021.

Segundo ARERA (2020), para promover o uso de sistemas de armazenamento e a coincidência entre produção e consumo, uma tarifa de incentivo foi estabelecida para remunerar a energia autoconsumida instantaneamente. Para ter acesso aos incentivos, o sistema deve ser novo (instalado a partir de 1º de março de 2020). A taxa de incentivo será cumulativa com as deduções fiscais, quando disponíveis, e será estabelecida em valores diferentes, de acordo com a energia elétrica diretamente autoconsumida, energia elétrica compartilhada e autoconsumida por meio de alimentação elétrica de média/baixa tensão e energia elétrica não consumida ou compartilhada por membros e injetada na rede (ITÁLIA, 2020, ARERA, 2020).

Figura 5 - Tipologia e conceito de Autoconsumo Coletivo (ACC) e Comunidade Energética Local (CEL)



Fonte: Adaptada de CEER (2019)

As tecnologias e as inovações sociais são as bases para aumentar a consciência sobre a gestão da energia, para melhorar a qualidade do consumo de energia e, em última instância,

para o aumento da qualidade de vida dos cidadãos e, ao mesmo tempo, para a redução do impacto no Meio Ambiente.

A conscientização da população torna possível o alcance de metas que seriam inalcançáveis ou mais custosas se alcançadas de outra forma. Se cada apartamento de um bairro de uma grande cidade melhorar a qualidade do consumo de energia apenas um pouco, deslocando, por exemplo, parte do consumo no horário de pico para outro durante o dia, o impacto em todo o sistema torna-se relevante e muito positivo.

Seguindo o paradigma de que a consciência se melhora pelo conhecimento e a consciência implica na capacidade de fazer escolhas, no contexto das CELs, a melhoria da consciência dos cidadãos através das tecnologias de comunicação e gestão de dados tem potencial de levar a uma melhoria significativa da qualidade de vida nas cidades.

Paralelamente, no que diz respeito às funções que um suporte de Tecnologias de Informação e Comunicação - TIC pode oferecer a uma CEL, foram identificados cinco domínios de atividade potenciais de apoio, conforme detalhado na Tabela 4.

Tabela 4 - Domínios de ação para uma comunidade energética, impacto potencial esperado, disponibilidade de dados presente ou potencial dentro de investimentos em escala de tempo breve

Domínio de ação	Impacto Esperado	Disponibilidade de dados
1. Desenvolvimento da consciência do consumidor e promoção de comportamento virtuoso	Alto	Potencialmente boa
2. Contraparte coletiva de fornecedores ("grupo de compras 4.0")	Médio	Baixa
3. Promoção de investimentos locais	Alto	Boa
4. Interlocução com a administração pública e órgãos do governo local (agências reguladoras, município, etc.)	Baixo	Baixa
5. Promoção e ativação de eventos, serviços à comunidade, criação de um ambiente colaborativo	Alto	Média

Fonte: Elaboração própria, com base em CAPPELLARO *et al.* (2020)

Atualmente os avanços na área das TIC tem viabilizado uma rápida evolução no que concerne ao acesso e disponibilização/restituição de dados pessoais, possibilitando que os cidadãos se tornem mais conscientes de suas ações e padrões de consumo, além de reais

proprietários dos dados que geram com as suas atividades. A recém aprovada Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD) (BRASIL, 2019c) é importante, entretanto, igualmente necessário se fazem regulamentações específicas que garantam a *privacy* do usuário, sua propriedade efetiva sobre a utilização dos dados gerados, mas que também permitam o compartilhamentos das informações coletadas de modo agregado e anônimo, de modo a não inibir a concorrência em setores de alta tecnologia, nos quais *players* exercem posições dominantes, possibilitando, assim, a criação de novas soluções e produtos nestes mercados.

Outro aspecto no qual a regulação também deve avançar é no estabelecimento de uma estrutura semântica compartilhada para interoperabilidade, capaz de tornar a coleta e utilização dos dados uma atividade possível para os diversos atores de determinado segmento de mercado.

Pegando o setor elétrico como exemplo, observa-se a falta de correta coleta destes dados ou a sua não estruturação em protocolos permitam a sua interoperabilidade entre diferentes plataformas digitais, fato que obstaculizaria a sua utilização ou rende esta mais custosa. É frequente, por exemplo, a aplicação de dispositivos para coletar dados que poderiam ser fornecidos pelos próprios *smart metering* (medidores inteligentes) instalados pelas distribuidoras, mas que não se fazem acessíveis em razão da ausência de participação e colaboração destas, visto que inexistentes protocolos e regulamentos específicos que disciplinem a coleta e o compartilhamento de tais informações com outros agentes, além de conflitos de interesse entre estes.

A falta de dados disponíveis, conforme explicitado, acaba por dificultar ou mesmo inviabilizar o acurado planejamento e a participação nas CEs, que devem ser abertas, baseadas em critérios objetivos, transparentes e não discriminatórios (ITÁLIA, 2020, ARERA, 2020).

Tais critérios, trazidos pelas diretivas europeias (EU, 2018a, 2019) e recepcionados integralmente pela lei Italiana em matéria (ITÁLIA, 2020, ARERA, 2020), significa que se for criado uma CE, todos os usuários interessados que se encontrem dentro do perímetro têm o direito de aderir à entidade comunitária (cooperativa, associação, etc.). Uma taxa de entrada razoável, no entanto, seria um critério objetivo para o acesso aos esquemas da CE. Também é possível criar categorias distintas de membros, conforme sejam apenas membros usuários (aqueles que não participam do investimento para a instalação do sistema de geração ou armazenamento) e membros usuários-geradores (aqueles que apoiam financeiramente a instalação do sistema de geração e/ou armazenamento). Em ambos os casos, os usuários podem manter seu fornecedor de eletricidade e podem sair do esquema CE a qualquer momento. Sem embargo, em caso de rescisão antecipada, a divisão dos investimentos incorridos deve realizada

de modo justo e proporcional entre os membros remanescentes e retirantes (ITÁLIA, 2020, ARERA, 2020).

Observa-se que a incorporação do cidadão de modo ativo no planejamento do setor elétrico, visando ampliar a gestão da demanda e a flexibilidade do sistema implica em um aumento da complexidade do setor, tendo em vista nova camada e variáveis adicionadas. Tais iniciativas serão possíveis apenas se contarem com sensorística, dados e automação em níveis adequados, sendo, portanto, o aprofundamento da digitalização das operações do setor aspecto fundamental. Entretanto, os efeitos da agregação e coordenamento de tais usuários, pode trazer benefícios significativos para o sistema e auxiliar na implementação da transição energética, em razão da possibilidade estimular a coincidência entre geração e consumo local, reduzindo o fluxo nas redes de distribuição e transmissão.

O marco legal implementado na Europa busca incentivar tal participação ativa dos usuários, entretanto, ao trazer dois conceitos diversos de CE adiciona um nível de complexidade que poderia ser evitado. Conforme se observa no confronto entre o conceitos na Tabela 2 e a análise do detalhamento das diferenças realizada na Tabela 3, entende-se que seria possível e desejável contar com apenas um conceito legal que pudesse sintetizar ambas as hipóteses. Reduzindo a complexidade, a fim de facilitar o entendimento e a participação no mercado elétrico por parte do cidadão.

"A energia só é limpa se for justa"; #repenseosubsídio
Idec, Conacen, Abrace, Anace, Abradee e Abrademp¹¹

2.2 QUADRO LEGAL DA GERAÇÃO DISTRIBUÍDA NO BRASIL

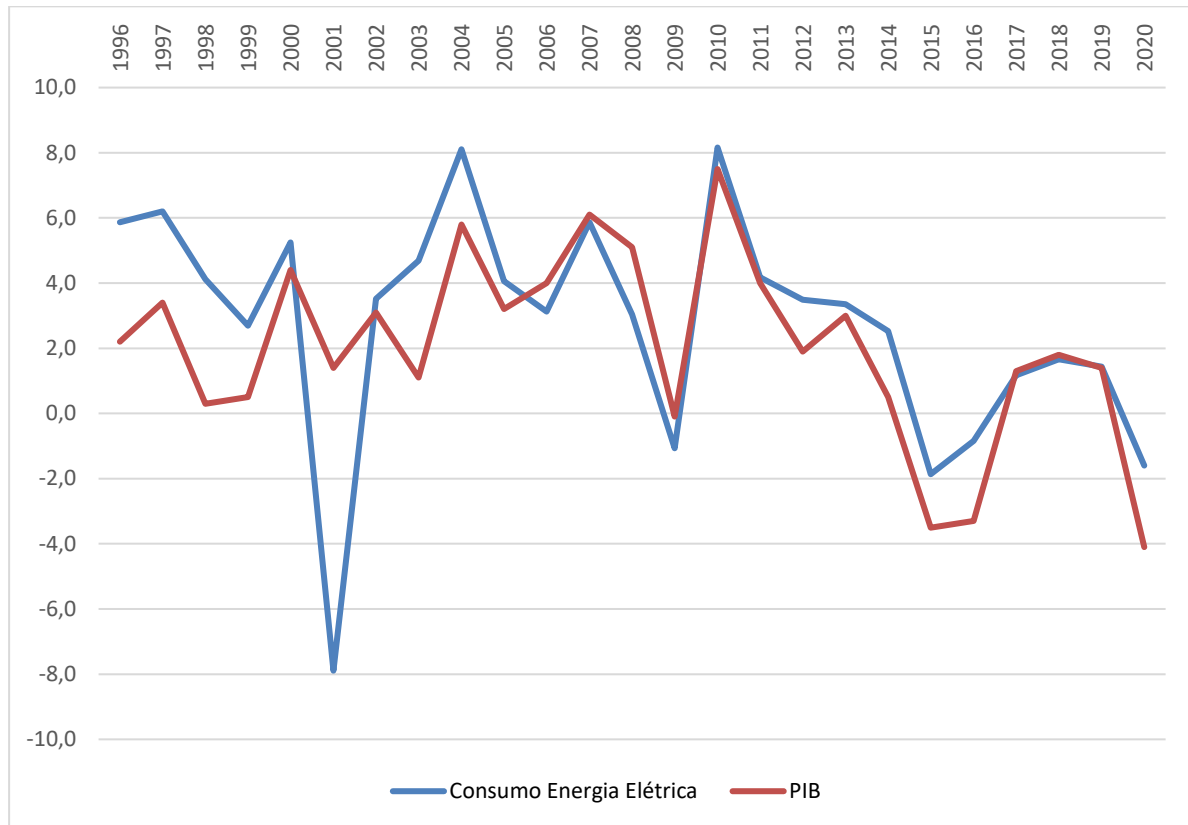
2.2.1 Marco legal do setor elétrico brasileiro: cenário atual

O atual modelo do setor elétrico brasileiro, regido precipuamente pela Lei 10.848/2004 (BRASIL, 2004a) e seu respectivo decreto regulamentador n. 5.163/2004 (BRASIL, 2004b), foi concebido em resposta ao “apagão” do setor, verificado em 2001 (BARDELIN, 2004, DE ARAUJO *et al.*, 2008). Acontece que, passado pouco mais de uma década, o setor se vê envolto em nova crise de grandes proporções. De fato, um novo racionamento não ocorreu tão somente em razão das duas crises econômicas consecutivas que assolaram o país: a financeira, verificada em 2009, e que foi seguida da crise política, iniciada nas eleições de 2014 e que se estendeu até a ocorrência da emergência sanitária causada pelo COVID-19.

Segundo dados do IBGE (IBGE, 2021), nas últimas duas décadas (2000-2020) o Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro, em média, cresceu apenas 2.23%. A variação do PIB encontra-se estritamente relacionada com a demanda por energia elétrica, conforme se observa no gráfico abaixo:

¹¹ Campanha apresentada no final de 2020 contra os projetos de Lei em tramitação que previam a reforma do SCE, pelas seguintes entidades: IDEC - Instituto Brasileiro de Defesa do Consumidor, CONACEN - Conselho Nacional de Consumidores de Energia Elétrica, ABRACE - Associação Brasileira dos Grandes Consumidores de Energia e Consumidores Livres, ANACE – Associação Nacional dos Consumidores de Energia, Abradee - Associação Brasileira de Distribuidores de Energia Elétrica e ABRADEMP – Associação Brasileira de Distribuidoras de Energia de Menor Porte.

Gráfico 1 - Relação entre a Variação Percentual Anual do PIB e Consumo de Energia Elétrica no Brasil, 1996 - 2020



Fonte: Elaboração Própria com dados de BRASIL (2020d e 2021) e IBGE (2021)

Além do baixo crescimento do PIB e, conseqüentemente, da demanda por energia, o aumento de cerca de 60% na tarifa de eletricidade, ocorrido após a malfadada Medida Provisória (MP) n.º 579/2012, determinou uma contração na demanda nos anos sucessivos (BRASIL, 2012; CNI, 2017, p. 22; FARIA JR. *et al.*, 2016, p. 470; OLIVEIRA, SALOMÃO, 2017, p. 93/111).

A estagnação econômica verificada no referido período e a fraca demanda de energia elétrica evitaram, ao menos momentaneamente, a crise de abastecimento no Brasil, entretanto, a cada período de hidrologia não favorável, o fantasma do apagão volta ao radar do setor elétrico brasileiro.

A reforma promovida em 2004 por meio da Lei n.º 10.848/2004 (BRASIL, 2004a) foi a responsável por instituir a realização de leilões nacionais para contratação de energia nova e, assim, garantir a expansão da capacidade instalada por meio da geração centralizada (GC), baseada em usinas de grande porte, contratadas com base nas demandas de todas as distribuidoras no país, financiando a expansão do setor a partir destas (PEREIRA *et al.*, 2015).

Entre 2004 e 2021, a capacidade instalada brasileira cresceu de 90,7GWp¹² para 176,7GWp¹³, demonstrando o êxito do modelo, ao menos no que tange à expansão da oferta de energia por meio de novos empreendimentos centralizados.

O Decreto n.º 5.163/2004 completou a reorganização do setor elétrico ao regulamentar a comercialização da energia elétrica, os procedimentos de outorga, entre outros aspectos.

É importante anotar, entretanto, que existem outras leis que também possuem papel preponderante na disciplina do setor elétrico brasileiro, que foram alteradas ao longo dos anos, cabendo, entre estas, destacar:

- a) Lei n.º 8.987/1995 (BRASIL, 1995a), que disciplina a concessão e permissão de serviços públicos;
- b) Lei n.º 9.074/1995 (BRASIL, 1995b), que, além de tratar da concessão e permissão de serviços públicos, em complementação à Lei 8.987/95, cria também a figura do Produtor Independente de Energia – PIE;
- c) Lei n.º 9.427/1996 (BRASIL, 1996), que institui a Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL e disciplina o regime de concessões de serviços públicos de energia elétrica;
- d) Lei n.º 9.648/1998 (BRASIL, 1998), que reestrutura as Centrais Elétricas Brasileiras – Eletrobrás e suas subsidiárias; e
- e) Lei n.º 10.847/2004 (BRASIL, 2004c), que institui a Empresa de Pesquisa Energética – EPE, cuja finalidade é subsidiar, com estudos e pesquisas, o planejamento do setor energético nacional.

Para um estudo mais detalhado a respeito do modelo implementado no setor elétrico nacional a partir de 2004 e vigente até a presente data, sugere-se: Landi (2006); Aguiar Filho (2007); Cubeiros (2008); Collaço (2015) e Oliveira e Salomão (2017).

¹² Balanço Energético Nacional 2005, elaborado pela Empresa de Pesquisa Energética, p. 128, (EPE, 2005).

¹³ Sistema de Informações de Geração da ANEEL - SIGA, em 12 de abril 2021. Disponível em: <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiNjc4OGYyYjQtYWM2ZC00YjllLWJlYmEtYzdkNTQ1MTc1NjM2IiwidCI6IjQwZDZmOWI4LWVjYTctNDZhMi05MmQ0LWVhNGU5YzAxNzBIMSIsImMiOiR9> Acessado em 12 de abril de 2021.

2.2.2 Energia renovável e geração distribuída no Brasil: quadro legal e políticas públicas de promoção

Segundo o Instituto Nacional de Eficiência Energética (INEE, 2014) a GD é a geração elétrica feita junto ou próxima do(s) consumidor(es) independente da potência, tecnologia e fonte de energia. Nesta concepção, a GD contempla: cogeneradores; geradores que usam como fonte de energia os resíduos combustíveis de processo; geradores de emergência; geradores para operação no horário-de-ponta; painéis fotovoltaicos; pequenos aerogeradores; pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs), etc.

A Lei n.º 10.848/2004 (BRASIL, 2004a) foi responsável pela primeira menção na legislação nacional à GD, em que pese o conceito ter sido trazido apenas no seu decreto regulamentador, n.º 5.163/2004 (BRASIL, 2004b), que, por meio do seu art. 14, dispõe:

Art. 14. Para os fins deste Decreto, considera-se geração distribuída a produção de energia elétrica proveniente de empreendimentos de agentes concessionários, permissionários ou autorizados, incluindo aqueles tratados pelo [art. 8º da Lei nº 9.074, de 1995](#), conectados diretamente no sistema elétrico de distribuição do comprador, exceto aquela proveniente de empreendimento:

I - hidrelétrico com capacidade instalada superior a 30 MW; e

II - termelétrico, inclusive de cogeração, com eficiência energética inferior a setenta e cinco por cento, conforme regulação da ANEEL, a ser estabelecida até dezembro de 2004.

Parágrafo único. Os empreendimentos termelétricos que utilizem biomassa ou resíduos de processo como combustível não estarão limitados ao percentual de eficiência energética prevista no inciso II do caput.

No presente estudo, foi adotado o conceito legal de GD fixado no citado dispositivo, de modo que o aspecto fundamental a ser perquirido na sua caracterização se constitui na conexão direta à rede elétrica de distribuição, além dos limites de potência, quando se trata de geração hídrica e eficiência energética, no caso de sistemas termoelétricos.

A GD é importante porque vem constituir um novo modelo de geração/distribuição, que será complementar ao clássico sistema centralizado de suprimento de energia elétrica (TRIGUEIRO *et al.*, 2010). Um novo vetor de expansão (adição de capacidade instalada nova) e modernização (digitalização e incremento de fontes renováveis modernas). Entretanto, existem ainda hoje uma série de barreiras técnicas (intermitência, integração de sensorística na rede, repotencialização da infraestrutura de distribuição, maior grau de informatização), tecnológicas (previsão da geração intermitente, controles de proteção e segurança, respostas efetivas ante eventos climáticos extremos), econômicas (mão de obra especializada, custo de

capital/*up front cost*, seguros e licenças), comerciais (limitações nas cadeias de fornecimento internacional), regulatórias (autorizações, abertura em relação a novos modelos de *business*, como *energy as service* e operacionalização de arranjos coletivos/agregação, integração das baterias nos mercados ancilares e de despacho), institucionais (órgãos específicos de controle e coordenamento/gestão), culturais e ideológicas (inércia nos padrões e tecnologias atuais de operação do sistema) que dificultam sua adoção. É necessário, portanto, o aprimoramento das políticas públicas destinadas a inserção da GD no Brasil (TRIGOSO, ANDRADE, 2016).

Apesar do crescimento na quantidade de instalações, especialmente as fotovoltaicas, verificado ao longo da evolução regulatória no Brasil entre 2012 e 2016 (BRASIL, 2020b), ainda existe muito espaço para otimizar funcionamento do setor, garantindo o crescimento e a diversificação da matriz em taxas crescentes, através de fontes renováveis modernas, sem retroceder no que já foi conquistado e construído até o momento.

No que tange especificamente à GD, tem-se também como normas fundamentais as seguintes Resoluções da Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL:

- a) Resolução n.º 77/2004 (ANEEL, 2004), alterada pela Resolução n.º 745/2016 (ANEEL, 2016), que estabelece os procedimentos vinculados à redução das tarifas de uso dos sistemas elétricos de transmissão e de distribuição para a geração solar distribuída, entre outras fontes;
- b) Resolução n.º 414/2010 (ANEEL, 2010), que atualiza e consolida as condições gerais de fornecimento de energia elétrica, abrindo caminho para o sistema de compensação, que viria a ser implementado dois anos depois;
- c) Resolução n.º 482/2012 (ANEEL, 2012b), atualizada pela Res. n.º 687/2015 (ANEEL, 2015d), que estabelece as condições gerais para o acesso da micro e minigeração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica, define o sistema de compensação de energia elétrica, entre outras providências;
- d) Resolução n.º 493/2012 (ANEEL, 2012c), que institui os procedimentos e as condições de fornecimento por meio de Microssistema Isolado de Geração e Distribuição de Energia Elétrica – MIGDI ou Sistema Individual de Geração de Energia Elétrica com Fonte Intermitente – SIGFI; e
- e) Resolução n.º 502/2012 (ANEEL, 2012d), que regulamenta sistemas de medição de energia elétrica de unidades consumidoras do Grupo B (baixa tensão).

- f) Resolução n.º 687/2015 (ANEEL, 2015d), que atualiza a Resolução Normativa n.º 482/2012 e os Módulos 1 e 3 dos Procedimentos de Distribuição – PRODIST.

É preciso mencionar também o Módulo 3 dos Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional - PRODIST (cuja versão atual é dada pela Resolução Normativa ANEEL n.º 724/2016) (ANEEL, 2016), e o Programa de Desenvolvimento da Geração Distribuída de Energia Elétrica – ProGD, criado pela Portaria MME 538/2015 (BRASIL, 2015b), que visa promover a ampliação da GD de energia elétrica, com base em fontes renováveis e cogeração e que será detalhado melhor no próximo item.

Por fim, a

Tabela 5 traz, de forma resumida, os principais marcos legais da geração solar distribuída no Brasil.

Tabela 5 - Principais Marcos Regulatórios da Geração Distribuída no Brasil

Principais Marcos Legais da Geração Distribuída no Brasil			
Regulamentação	Data	Definição	Última Alteração
Lei n.º 10.848/2004 da Presidência da República.	15/03/2004	Corresponde ao atual Marco Regulatório do Setor Elétrico Brasileiro (SEB) e foi responsável pela introdução do conceito de geração distribuída. Dispõe sobre a comercialização de energia elétrica, altera as Leis n.ºs 5.655, de 20 de maio de 1971, 8.631, de 4 de março de 1993, 9.074, de 7 de julho de 1995, 9.427, de 26 de dezembro de 1996, 9.478, de 6 de agosto de 1997, 9.648, de 27 de maio de 1998, 9.991, de 24 de julho de 2000, 10.438, de 26 de abril de 2002, e dá outras providências.	Medida Provisória n.º 1.031, de 23 de fevereiro de 2021
Decreto n.º 5.163/2004 da Presidência da República	30/07/2004	Regulamenta a comercialização de energia elétrica, o processo de outorga de concessões e de autorizações de geração de energia elétrica, e dá outras providências.	Decreto n.º 10.350, de 18 de maio de 2020
Resolução Normativa (REN) n.º 482/2012 da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL)	17/04/2012	Estabelece as condições gerais para o acesso de microgeração e minigeração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica, o sistema de compensação de energia elétrica, e dá outras providências.	REN n.º 687/2015 da ANEEL de 24 de Janeiro de 2015
REN n.º 517/2012 da ANEEL	11/12/2012	Altera a REN n.º 482/2012 e o Módulo 3 dos Procedimentos de Distribuição - PRODIST.	REN n.º 687/2015 da ANEEL de 24 de Janeiro de 2015
REN n.º 687/2015 da ANEEL	24/01/2015	Altera a REN n.º 482/2012 e o Módulo 1 e 3 dos Procedimentos de Distribuição - PRODIST.	-

Fonte: Elaboração própria

Nos próximos itens, realizar-se-á uma análise mais aprofundada dos mecanismos de inserção da GD. Para um estudo mais geral a respeito da regulamentação afeta à esta, sugere-se: Afonso (2012), Cruz (2015), Luna *et al.*, (2019) e De Andrade *et al.* (2020).

É importante também destacar que o Brasil está tentando implementar uma reforma profunda e ampla do setor elétrico por meio dos projetos de lei n.º 1917/2015 (BRASIL, 2015) e n.º 232/2016 (BRASIL, 2016) e uma reforma específica para o sistema de compensação de energia, através dos projetos de lei n.º 5.829/2019 (BRASIL, 2019b) e 2.215/2020 (BRASIL, 2020e), atualmente em trâmite no Congresso Nacional (CUNHA *et al.*, 2018), cujos principais elementos serão analisados nos item 2.2.4 *As atuais propostas de reforma do Sistema de Compensação de Energia*.

2.2.2.1 *O Instituto da Chamada Pública para contratação de geração distribuída pelas concessionárias da rede de distribuição*

O primeiro mecanismo de incentivo específico para GD criado pela legislação brasileira foi o Instituto da Chamada Pública (ICP), instituído pelo art. 15 do Decreto n.º 5.163/2004 (BRASIL, 2004b; DE ANDRADE *et al.*, 2020).

Art. 15. A contratação de energia elétrica proveniente de empreendimentos de geração distribuída será precedida de chamada pública promovida diretamente pelo agente de distribuição, de forma a garantir publicidade, transparência e igualdade de acesso aos interessados.

Conforme se observa, o ICP autoriza a contratação da GD diretamente pela distribuidora, através do citado procedimento, que se constitui em um certame público simplificado, sendo adotado de forma semelhante aos casos em que as distribuidoras recorrem ao mercado livre para aquisição de energia através de Contratos de Compra e Venda de Energia Elétrica (CCVEEs) (BRASIL, 2017d). Entretanto, no caso da chamada pública prevista no art. 15 do Decreto n.º 5.163/2004, a contratação é restrita à GD e pode alcançar até 10% da carga atendida pelo agente de distribuição (§ 1º do art. 15 do Decreto n. 5.163/2004) (BRASIL, 2004b; DE ANDRADE *et al.*, 2020).

Em 2015, através da Portaria n.º 538/2015 do Ministério de Minas e Energia (BRASIL, 2015b), vinculada à Lei n.º 13.203, de 8 de dezembro de 2015 (BRASIL, 2015b), foi instituído

o Programa de Desenvolvimento da Geração Distribuída de Energia Elétrica – ProGD, o qual, entre outras medidas que serão detalhadas no item 2.2.6 *Gargalos e desafios à transição energética relacionados à inserção da geração distribuída na matriz energética Brasileira*, fixou os Valores Anuais Específicos de Referência (VRES) para serem utilizados na contratação de GD via ICP, visando incentivar a utilização do referido instrumento. Tais valores buscavam considerar as condições técnicas específicas, para cada fonte elegível para o enquadramento como GD. Os VRES foram atualizados posteriormente em 2018, por meio da Portaria MME n.º 65 de 28 de fevereiro de 2018 (BRASIL, 2018c) e, atualmente, encontram-se nos valores detalhados na tabela abaixo:

Tabela 6 - Valores Anuais Específicos de Referência (VRES) para contratação de geração distribuída via instituto da chamada pública

Valores Anuais Específicos de Referência (VRES)		
Fonte	Portaria MME n° 538/2015	Portaria MME n° 65/2018
Biogás	-	R\$ 390,00/MWh
Biomassa Dedicada	-	R\$ 537,00/MWh
Biomassa Residual	-	R\$ 349,00/MWh
Cogeração a Gás Natural	R\$ 329,00/MWh	R\$ 451,00/MWh
Eólica	-	R\$ 296,00/MWh
PCH / CGH	-	R\$ 360,00/MWh
Resíduos Sólidos Urbanos	-	R\$ 561,00/MWh
Solar Fotovoltaica	R\$ 454,00/MWh	R\$ 446,00/MWh

Fonte: Elaboração própria, com dados de BRASIL (2015b e 2018c)

Outro fator importante para a compreensão do regramento do ICP é o § 4º do Art. 15 do Decreto n.º 5.163/2004 (BRASIL, 2004b), abaixo transcrito:

Art. 15.

(...)

§ 4º As eventuais reduções de custos de aquisição de energia elétrica referida no § 3º deverão ser consideradas no repasse às tarifas dos consumidores finais com vistas a modicidade tarifária, vedado o repasse de custos adicionais.

Conforme se observa da redação do citado dispositivo a distribuidora deve repassar para tarifa o valor da energia, de modo que caso no processo de contratação obtenha um valor de aquisição inferior ao fixado pelo VRES, o eventual benefício da contratação a menor deve ser repassado integralmente aos consumidores finais. Por outro lado, caso a contratação via ICP

não se opere da forma esperada, a exemplo da ocorrência de um atraso na entrada em operação da planta contratada, os custos adicionais devem ser absorvidos integralmente pelo agente concessionário, na medida o repasse de tais custos se encontram vedados pelo referido dispositivo.

Conforme será detalhado no item 4.4.4 *O Instrumento da Chamada Pública como vetor para a expansão coordenada da geração distribuída na rede de distribuição* entende-se que a opção legislativa adotada pelo § 4º do Art. 15 do Decreto n.º 5.163/2004 não é adequada, na medida em que retira o interesse das distribuidoras na utilização do instituto.

O resultado, portanto, é que caso uma distribuidora decida valer-se do instrumento para realizar a contratação da GD o melhor resultado que poderia ser alcançado não lhe traria nenhum benefício ou ganho financeiro direto.

Pereira *et al.* (2015, p.7), entretanto, entende que o ICP previsto no art. 15 do Decreto 5.163/2004 (BRASIL, 2004b) encontra-se adequado para a promoção da fonte solar, via GD, na medida em que afirma que não existem impedimentos legais para a inserção da GD através do referido instituto, além de asseverar que este se constituiria um mecanismo adequado para a viabilização da expansão ou o reforço de rede em áreas de interesse das empresas distribuidoras.

A seu turno, conforme indicam Dutra e Szklo (2008), Cunha (2012), Cavaliero e Silva (2012) o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica – Proinfa¹⁴ foi o primeiro programa de incentivo às fontes renováveis implementados no Brasil a dar resultados significativos, concretos e positivos. O programa se valeu no ano de 2004 do instituto da chamada pública, similar ao fixado no Decreto n.º 5.163/2004, para a contratação de 3.300 MW, divididos igualmente entre as fontes: pequenas centrais hidrelétricas – PCHs, biomassa e eólica, sendo que parte destes empreendimentos se encontravam conectados diretamente na rede de distribuição, constituindo-se em GD, apesar de não se localizarem em centros urbanos.

Entretanto, apesar da contratação de 3.300 MW, atendendo ao objetivo principal de expansão da oferta de energia em caráter emergencial, o programa contava também com uma meta de longo prazo, qual seja, o atendimento, por meio das fontes selecionadas, de 10% (dez por cento) do consumo anual de energia elétrica do país, no sistema interligado, até o ano de 2022, a teor do quanto estabelecido no art. 3º, II, “a” da referida Lei (BRASIL, 2002).

Acontece que o Governo Federal jamais iniciou a segunda fase do Proinfa, desrespeitando a disposição contida na alínea “c” do inciso II do art. 3º da Lei nº. 10.438/02, a qual estabelecia

¹⁴ O Apêndice P apresenta informações mais detalhadas a respeito do Proinfa.

que a aquisição deveria ocorrer anualmente, representando um mínimo de 15% do incremento anual de capacidade de geração elétrica.

Ademais, nos 5 anos subsequentes ao programa, observou-se uma tendência de forte contratação de geradoras termelétricas por meio dos leilões de energia nova, não sendo aberta, apesar disto, a contratação por meio da Chamada Pública do Proinfa. Nada obstante, a meta de 10% do consumo anual de energia elétrica no País por meio do somatório das fontes eólica, PCH e biomassa foi alcançado em 2014, ano em que as fontes eólica e biomassa atenderam respectivamente a 2,06% e 7,61% da demanda do SIN (EPE, 2017a). A contratação das fontes através dos leilões normais, promovidos pela ANEEL, e o alcance antecipado da meta fixada pelo Proinfa tornaram dispensável a implementação da segunda fase do programa.

Por fim, faz-se necessário ainda registrar que, a chamada pública prevista no programa deveria ser realizada de modo centralizado, através do Governo Federal, ao longo dos anos subsequentes ao lançamento do programa, não sendo, portanto, um mecanismo posto à disposição das concessionárias de distribuição.

2.2.2.2 O sistema de compensação de energia e a inserção da micro e minigeração no setor elétrico brasileiro

Em 2012, a ANEEL editou a Resolução Normativa n.º 482/2012 (ANEEL, 2012b), que estabeleceu: (i) as condições gerais para o acesso de microgeração (até 100,0 kW) e de minigeração (entre 100,0 kW e 1.000,0 kW) distribuídas aos sistemas de distribuição de energia elétrica; e (ii) o sistema de compensação de energia elétrica (ANEEL, 2016a).

Segundo o Ministério de Minas e Energia (MME, 2017), pela sistemática instituída através da Resolução n.º 482/12 (ANEEL, 2012b), a energia excedente é cedida à distribuidora local, e depois compensada com o consumo de energia elétrica dessa mesma unidade consumidora ou de outra unidade consumidora de mesma titularidade (mesmo Cadastro de Pessoa Física – CPF ou Cadastro Nacional de Pessoa Jurídica – CNPJ). Desta forma, o saldo positivo de um mês seria usado para abater o consumo em outro posto tarifário, ou na fatura do mês subsequente.

No ano de 2012, a ANEEL também editou a Resolução n.º 493/2012 (ANEEL, 2012c), que instituiu os procedimentos e as condições de fornecimento por meio de Microsistema Isolado de Geração e Distribuição de Energia Elétrica (MIGDI) ou Sistema Individual de Geração de Energia Elétrica com Fonte Intermitente (SIGFI) e a Resolução n.º 502/2012

(ANEEL, 2012d), que regulamentou os sistemas de medição de energia elétrica de unidades consumidoras do Grupo B (baixa tensão).

Ainda em 2012, a ANEEL editou a Resolução n.º 517/2012 (ANEEL, 2012a) para alterar novamente a Resolução n.º 482/2012. Segundo esta alteração, os créditos de energia gerados e não utilizados no mês passariam a ser válidos por 36 meses e também haveria a possibilidade de o consumidor utilizar esses créditos em outra unidade consumidora, desde que as duas unidades estejam na mesma área de concessão da distribuidora e sejam do mesmo titular de CPF ou CNPJ, uma vez que o processo apenas promove a compensação de kWh entre o consumidor-gerador (“prossumidor”) e a distribuidora, não envolvendo nenhum tipo de remuneração.

O sistema de compensação adotado implicou em atualizações nas determinações existentes no módulo 3 do Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional (PRODIST) (KONZEN, 2014; ANEEL, 2016b).

De Castro *et al.* (2016), Konzen *et al.* (2016), Trigo e Andrade (2016), Amaral *et al.* (2016) e Pereira *et al.* (2015), dentre outros, comentam a importância da Resolução Normativa n.º 482/2012 (ANEEL, 2012b), visto que esta pode ser considerada o primeiro marco regulatório efetivo voltado à viabilização da expansão da GD no Brasil, apesar de destinado apenas a micro e minigeração, com limite inicial de 1MW, expandido posteriormente para 5MW.

Em 2015, a ANEEL editou a Resolução n.º 687/2015 (ANEEL, 2015d), que definiu novas regras válidas a partir de 01/03/2016 e causou uma verdadeira revolução no setor. Houve mudança de limites de microgeração (até 75 kW) e minigeração (entre 75 kW e 5.000 kW, sendo 3.000 kW para a fonte hídrica) e diminuição da burocracia para conexão de sistemas GD. Pela nova normativa, podem ser enquadradas nas modalidades de mini e microgeração os imóveis individuais, condomínios, cooperativas e consórcios e, no caso da microgeração, a distribuidora tem um prazo de 34 dias para conectar a instalação à rede, contando a partir da solicitação do interessado.

A Resolução Normativa n.º 687/2015 (ANEEL, 2015) abriu também a possibilidade para o “autoconsumo remoto”, viabilizando a geração em local diferente do consumo e ampliou significativamente o prazo de validade dos créditos, que passou de 36 para 60 meses. Dessa forma, quando a quantidade de energia gerada em um dado mês for superior à energia consumida naquele mês, o consumidor fica com créditos, que se acumulam por até 60 meses, sendo que eles também podem ser usados para abater o consumo de outras unidades

consumidoras do mesmo titular (CPF/CNPJ) situadas em outro local, desde que na área de atendimento da mesma concessionária.

A citada resolução da ANEEL (ANEEL, 2015) também criou o conceito de geração compartilhada, que consiste na reunião de consumidores, dentro da mesma área de concessão ou permissão, por meio de consórcio (composto por pessoas jurídicas), cooperativa (composta de pessoas físicas) ou condomínios (formados por coproprietários dos equipamentos), viabilizando a geração da própria energia, por meio da micro ou minigeração distribuída, para pessoas que não possuem espaço físico nas próprias unidades consumidoras. Viabilizou-se, assim, a geração compartilhada e o autoconsumo remoto, na medida em que passou-se a permitir a reunião de pessoas para implementação dos sistemas de geração e a localização destes em local distinto das unidades consumidoras nas quais a energia excedente será compensada. Abriu-se, com tal medida um grande leque de possibilidades no marco legal para novos arranjos técnicos e modelos de negócios inovadores.

Apesar do avanço da regulamentação da ANEEL (BRASIL, 2015d), que autoriza, por exemplo, geração compartilhada e autoconsumo remoto, não há disposição explícita para a promoção de comunidades energéticas. No entanto, tal conceito foi recentemente introduzido na Europa através da Diretiva Energias Renováveis 2018/2001 (EU, 2018a), no âmbito do CEP (EUROPEAN COMMISSION, 2018, 2019; NOUICER, MEEUS, 2019) e deverá ter uma relevância crescente nos próximos anos.

As modificações introduzidas e os novos arranjos permitidos pela Resolução n. 687/2015 (ANEEL, 2015) foram importantes para estimular a instalação de novos sistemas, por meio do sistema de compensação, acelerando a curva de crescimento, conforme se observa no Gráfico 2. Entretanto, ao permitirem a compensação integral também para os arranjos de autoconsumo remoto, quando se verifica uma utilização integral da infraestrutura do sistema elétrico, quebrou-se a isonomia, já que incentivos semelhantes foram concedidos para arranjos legais que não entregam os mesmos benefícios para o SIN.

Outro fator que contribuiu sobremaneira para a expansão da geração solar distribuída a partir de 2015 foi o significativo aumento das tarifas de energia elétrica decorrente do fracasso da Medida Provisória (MP) n.º 579/2012 (BRASIL, 2012), convertida na Lei n.º 12.783 de 2013 (BRASIL, 2013), que objetivava inicialmente uma redução compulsória da tarifa de energia elétrica, mas acabou acarretando o endividamento generalizado das distribuidoras e gerando um aumento nas tarifas elétricas de até 60% (OLIVEIRA, SALOMÃO, 2017, p. 93/111).

O aumento das tarifas influenciou na adoção da GD FV por muitos consumidores residenciais em busca de proteção contra a alta nos preços da energia e consumidores

comerciais em busca de redução de custos operacionais e aumento de competitividade (HEIDEIER *et al.*, 2020).

No sistema de compensação de energia adotado no Brasil, a energia gerada tem o mesmo valor da consumida, independentemente do horário em que se verifique a geração e o consumo¹⁵, para os usuários que não tem tarifas horo sazonais (com valores distintos para o consumo na ponta e fora de ponta). Assim, o retorno financeiro é melhor para aqueles que pagam tarifas mais caras, a exemplo dos consumidores residenciais e comerciais de baixa tensão (Grupo B). Não por outro motivo a difusão da GD tem se verificado especialmente nestes segmentos.

A EPE (BRASIL, 2020a) prevê no mais recente Plano Decenal de Energia (PDE2029), que o Brasil terá 1,3 milhão de adotantes de sistemas de micro ou minigeração distribuída até 2029, com 11,4 GW de capacidade instalada, gerando 2.300 MW médios, o que equivaleria a 2,3% da carga total do SIN estimada para aquele ano.

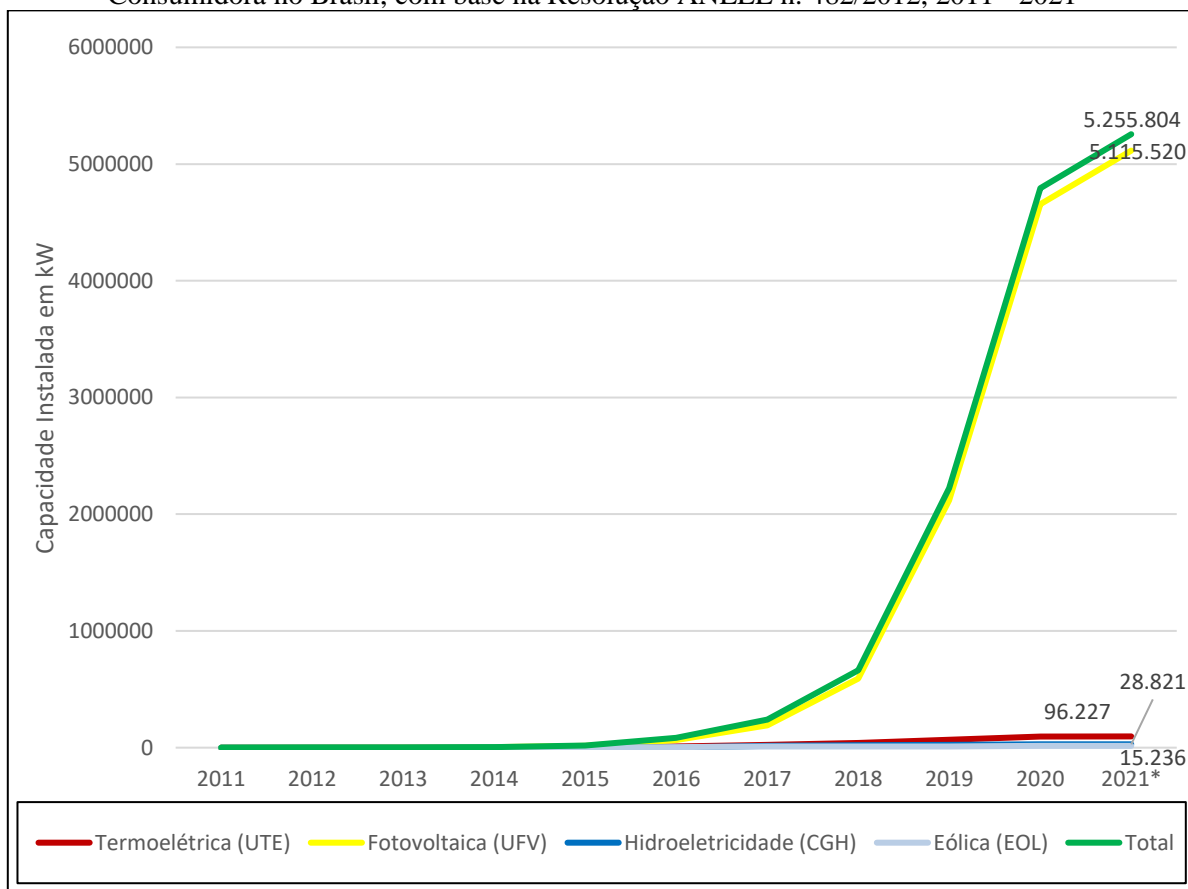
Vale destacar porém que esta previsão é proporcionalmente menor que a trazida pelo PDE2024, quando foram previstas 1,23 milhões de instalações de micro e minigeração distribuídas já em 2024, correspondendo a 4.500,0 MW de capacidade instalada (BRASIL, 2015a). Entretanto, em 2020 contamos com 494 mil adotantes, menos da metade do previsto no PDE2024 para o final do período, concluiu-se o referido ano com 4.794 MW de capacidade instalada, de modo que a expectativa anterior para 2024 em termos de potência instalada foi superada 4 anos antes.

Pode-se concluir, portanto, a existência de menos prossumers/usuários conectados que o previsto, com uma potência instalada que supera a expectativa do PDE2024 decorre da instalação de sistemas maiores, que são em sua maioria beneficiários do autoconsumo remoto.

Conforme se observa no Gráfico 2, depois das alterações promovidas pela Resolução Normativa n.º 687/2015, constatou-se o incremento significativo na implantação de novos sistemas, e tornaram-se possíveis novos modelos de negócios tais como: Modelo de serviço (*solar service*) como *leasing* e *power purchase agreement* (PPA); aquisição de quotas (*solar shares*); aluguel de telhados e os condomínios solares, viabilizados através dos modelos de geração compartilhada e o autoconsumo remoto.

¹⁵ A compensação igualitária (1 para 1), entre a energia gerada e consumida em diferentes horários do dia tende a ser alterada em um futuro próximo. De fato, a instituição da tarifa branca para os consumidores da baixa tensão já é um caminho nessa direção, em que pese não haver ainda qualquer regra que detalhe o funcionamento do sistema de compensação para um prossumidor que venha a aderir a tarifa branca.

Gráfico 2 - Evolução da Capacidade Instalada (kW) de Geração Distribuída Associada a Unidade Consumidora no Brasil, com base na Resolução ANEEL n. 482/2012, 2011 - 2021¹⁶



Fonte: Elaboração própria, com dados da ANEEL, em 26 de março de 2021 (ANEEL, 2021a).

Tabela 7 - Evolução da Capacidade Instalada (kW) de Geração Distribuída Associada a Unidade Consumidora com base na Resolução ANEEL n. 482/2012, 2011 - 2021

Evolução da Capacidade Instalada (kW) de Geração Distribuída Associada a Unidade Consumidora com base na Resolução ANEEL n. 482/2012, 2011 – 2021					
Ano	Termoelétrica (UTE)	Fotovoltaica (UFV)	Hidroeletricidade (CGH)	Eólica (EOL)	Total
2011	0	44	0	0	44,43
2012	0	447,43	0	0	447,43
2013	0	1.843,84	0	20,4	1864,24
2014	110	4.247,45	825	69,1	5251,55
2015	829,36	14.398,76	2130	115,2	17.473,32
2016	11.278,18	64.159,67	2.455,64	5.154,60	83.048,09

¹⁶ Conforme dados coletados em em 26/03/2021, em SISGD ANEEL, disponível em: <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiZjM4NjM0OWYtN2IwZS00YjViLTl1MjItN2E5MzBkN2ZlMzVklwiwCI6IjQwZDZmOWI4LWVjYTctNDZhMi05MmQ0LWVhNGU5YzAxNzBIMSIsImMiOiR9.>

2017	22.909,18	191.886,80	14.674,64	10.272,10	239.742,72
2018	40.838,88	591.003,13	20.091,64	10.300,90	662.234,55
2019	68.632,74	2.119.267,72	24.820,64	10.345,36	2.223.066,46
2020	95.726,82	4.655.022,47	28.820,64	14.965,35	4.794.535,28
2021	96.226,82	5.115.520,33	28.820,64	15.235,95	5.255.803,74

Fonte: Elaboração própria, com dados da ANEEL, em 26 de março de 2021 (ANEEL, 2021a)

É importante também destacar que, desde o PDE2025, já vem sendo prevista uma desaceleração nas instalações, em razão da reforma no sistema de compensação de energia que reduziria os benefícios deste. Tal desaceleração, inclusive, já se observa no último período apresentado no Gráfico 2, em razão das diversas incertezas regulatórias.

Na análise do Gráfico 2, observa-se também como a entrada da nova regulamentação a partir de 2016, com a Resolução ANEEL 687/2015, representa uma enorme aceleração no crescimento da GD, o que demonstra a importância de um marco regulatório adequado para o desenvolvimento do mercado de GD.

O Gráfico 2 apresenta a progressão das capacidades instaladas de GD por cada tipo de fonte (solar FV, eólica, termelétrica e hidrelétrica) vinculados ao sistema de compensação da Resolução nº 482/2012, com base nos totais anuais do período de 2011–2021. Os dados foram coletados do sistema da ANEEL (ANEEL, 2021a) em 26.03.2021, de modo que considera todos os sistemas de GD atualmente conectados à rede elétrica em funcionamento no Brasil por meio do sistema de compensação. Com base no Gráfico 2, constata-se o avanço ocorrido entre o final de 2015 e 2019, quando mais de 80% dos sistemas de GD foram instalados, mesmo diante de um cenário de forte retração econômica. Observa-se também a desaceleração ocorrida a partir de 2019, em razão da insegurança gerada no setor com a mudança da norma do sistema de compensação de energia.

Apesar da aceleração na disseminação dos sistemas FV distribuídos verificada entre os anos de 2015 e 2019, e da marca de 5,1 GWp instalada, conforme indicam o Gráfico 2 e a Tabela 7, superando a geração FV centralizada em 2021, a entrada da fonte solar, via GD, ainda é pouco expressiva no Brasil, principalmente, quando comparado ao potencial técnico que o país possui (BRASIL, 2014a, p. 21, EPE, 2017a). Em que pese as sucessivas evoluções regulatórias do sistema de compensação e diversas ações de incentivo, que serão detalhadas no tópico subsequente, constatou-se um aumento significativo na quantidade de prossumidores

vinculados ao sistema de compensação de energia estabelecido pela Resolução Aneel 482/2012 (ANEEL, 2012b), conforme ilustrado na Tabela 8.

Tabela 8 - Unidades Consumidoras com Geração Distribuída Associada, Conectadas ao SIN, com base na Resolução ANEEL n. 482/2012, 2011 - 2021

Unidades consumidoras com geração distribuída associada, conectadas ao SIN entre 2011 - 2021					
Ano	Total de Unidades Geradoras conectadas ao SIN	Quantidades de Unidades Consumidoras que recebem créditos	Quantidades de Unidades Consumidoras que recebem crédito por autoconsumo remoto	Capacidade instalada em (kW)	Capacidade instalada média em (kW) por unidade produtora
2011	11	14	3	44	4
2012	12	15	3	447	37
2013	72	88	16	1.864	26
2014	372	413	41	5.252	14
2015	1.849	2.172	323	17.473	9
2016	8.599	9.896	1.297	83.048	10
2017	22.607	31.951	9.344	239.742	11
2018	58.384	78.558	20.174	662.234	11
2019	180.731	238.288	57.557	2.223.066	12
2020	386.275	494.809	108.534	4.794.535	12
2021	432.248	549.840	117.592	5.255.803	12

Fonte: Elaboração própria, com dados da ANEEL, em 26 de março de 2021 (ANEEL, 2021a)

Segundo Freitas e Hollanda (2015), o sistema de compensação de energia elétrica estabelecido pela Resolução ANEEL n.º 482/2012 e aprimorado em suas sucessivas alterações, vem abrindo novas possibilidades para a expansão da GD e para os consumidores no país. Entretanto, as inseguranças no setor, em razão do atual processo de alteração regulatória, que tem se dilatado no tempo, uma vez que deveria ser concluído em dezembro de 2019, mas até o momento encontra-se em aberto, já implicam em uma desaceleração das instalações.

A vantagem do sistema de compensação de energia para o usuário é que o crédito gerado junto à distribuidora possui uma correspondência com o custo final da energia entregue ao consumidor, o qual é significativamente maior que o preço de venda de energia praticado nos

leilões (VAZQUEZ, HALLACK, 2018). Tal fato, entretanto, a nível de sistema, traduz-se em um incentivo implícito aos adotantes do sistema de compensação, que são usuários com um poder de compra elevado, em relação aos demais, o que faz com o que sistema pague por uma energia que poderia ter sido gerada de modo mais econômico, conforme demonstrado por Brown e Lund (2013) e Burger, Knittel e Pérez-Arriaga (2020), em relação ao sistema de compensação dos EUA, cujas conclusões são aplicáveis também no caso brasileiro.

De acordo com o SISGD da ANEEL (ANEEL, 2021b), em 12 de abril de 2021, os sistemas residenciais no cenário brasileiro de GD em números de conexões correspondem a 336.543 (75% do total), o setor comercial corresponde a 71.216 unidades (16% dos sistemas) e todas as demais 43.877 unidades, equivalente no agregado à 9% das instalações, contemplam o uso rural, industrial, iluminação e poder público e outras unidades consumidoras, conforme detalhado na Tabela 9. Entretanto, quando se compara capacidade instalada entre os setores residenciais e comerciais, a diferença cai significativamente, sendo praticamente equivalentes nestes, apesar da média das instalações contar com uma potência instalada de 37% no setor comercial enquanto esta corresponde à 39% no residencial, com respectivamente, 2.044.949kW e 2.119.916kW.

Tabela 9 - Potência Instalada Micro e Mini GD, por Setor (kW), em 12/04/2021

Classe	Quantidade de GD	% de Sistemas GD	Unidades que recebem créditos	Potência Instalada (kW)	% da Potência Total
Comercial	71.216	16%	119.910	2.044.949,08	37%
Iluminação Pública	31	0%	38	1.014,89	0%
Industrial	10.365	2%	13.445	484.120,77	9%
Poder Público	1.637	0%	2.274	62.942,30	1%
Residencial	336.543	75%	398.140	2.119.916,39	39%
Rural	31.724	7%	45.761	735.815,71	13%
Serviço Público	120	0%	218	4.947,69	0%
Total	451.636	100%	579.786	5.453.706,83	100%

Fonte: Elaboração própria com dados do SISGD da ANEEL (ANEEL, 2021b), em 12 de abril de 2021

O setor industrial, por sua vez, em que pese conte com apenas 2% do número de instalações de GD solar, corresponde a 9% da potência instalada, ou seja, 484MWp.

Impende também destacar que mesmo com a crise econômica que o país atravessa, verificou-se uma significativa ampliação da GD após a entrada em vigor da Resolução n.º 687/15 (ANEEL, 2015), conforme demonstra o Gráfico 2. É importante ressaltar também que uma penetração expressiva de GD, dentro do marco regulatório atual, poderia afetar a arrecadação de impostos governamentais e o equilíbrio econômico-financeiro das empresas distribuidoras, desestabilizando as contas públicas e o setor elétrico, motivo pelo qual uma reforma que viabilize uma expansão planejada e coordenada da GD se faz necessária.

2.2.2.3 Tarifas e subsídios cruzados no sistema de compensação de energia do setor elétrico brasileiro

Quando um consumidor é obrigado a pagar a conta de outro(s) do mesmo grupo, verifica-se a existência de um subsídio cruzado. Os subsídios cruzados podem ser desejáveis ou não, pois a diferenciação do valor de um serviço/produto para distintos tipos consumidores pode ser mais custosa que a prática de um preço uniforme ou a indiferenciação deste em determinadas circunstâncias, a exemplo de quando o controle da diferenciação supera o acréscimo decorrente da existência do subsídio.

Traço comum desses incentivos é o fato de que são difíceis de perceber, ao menos em um primeiro momento. Ademais, em que pese não fazer sentido do ponto de vista econômico, certo é que muitas vezes os subsídios cruzados se apresentam como mais aceitáveis para o cidadão do que uma tributação direta sobre a renda, sendo este o motivo de sua proliferação.

Entretanto, para se verificar como aceitável, é fundamental que o preço busque estar alinhado com o custo de produção, a fim de não gerar ineficiências e sinais alocatórios equivocados no mercado e que o seu influxo não seja em um sentido de concentração (parcela menos favorecida socioeconomicamente detrimento da mais abastada)¹⁷.

No caso do setor elétrico brasileiro, pode-se citar como exemplos de subsídios cruzados aceitáveis a Conta de Consumo de Combustíveis – CCC, responsável por reduzir o custo de geração térmica em sistemas isolados (VELLOSO et al., 2014, p. 46 e 115) e a Tarifa Social de

¹⁷ No caso do sistema de compensação de energia, a parcela mais desfavorecida dos usuários é poupada de parte dos custos adicionais, na medida em que beneficiária da Tarifa Social de Energia Elétrica - TSEE, que implica, entre outras vantagens, na isenção do pagamento dos encargos da Conta de Desenvolvimento Energético – CDE. Dessa forma, verifica-se que o sistema de compensação é especialmente prejudicial para a parcela da sociedade que não é beneficiária da TSEE e não possui capacidade de instalar o sistema de geração.

Energia Elétrica – TSEE, que visa baratear a conta dos consumidores de baixa renda. Por outro lado, se configuram em subsídios cruzados injustos o financiamento da expansão do setor exclusivamente pelos usuários do Ambiente de Contratação Regulada - ACR, através dos leilões de energia nova, bem como o existente entre os usuários participantes do sistema de compensação, que não paga pelo serviço de armazenagem da rede ou pela integral utilização do SIN, ante aquele que não se constitui em *prosumer*¹⁸ e, portanto, não utiliza o sistema elétrico como bateria virtual, além de suportar todos os custos de infraestrutura e operação do SIN.

Além disso, no caso do subsídio cruzado existente entre o usuário normal e o prosumidor (consumidor-produtor) com sistema de GD estar-se-ia diante de uma situação indesejável, na medida em que também existe um deslocamento de renda das classes menos favorecidas, que não tem acesso a um sistema fotovoltaico, em benefício do consumidor de maior renda, que realiza e se beneficia da instalação deste.

Uma opção para a sua equalização seria a separação das tarifas de energia, para que fosse contemplada separadamente a remuneração da infraestrutura, do fornecimento de eletricidade, a chamada tarifa binômia¹⁹ (ANEEL, 2018c). Justamente por retirar os custos do sistema da parte compensada com a GD, a separação da tarifa postergaria o *payback* dos sistemas, tornando a GD menos atrativa e postergando a incorporação da fonte fotovoltaica na matriz elétrica brasileira (ANEEL, 2018c).

Em que pesem as manifestações em contrário de distribuidora (informação verbal)²⁰, é consenso entre inúmeros estudos que as concessionárias no Brasil são refratárias a inserção da GD na matriz elétrica (BRADSHAW, 2017; GIANELLONI e CÂMARA, 2016; OLIVEIRA e SALOMÃO, 2017).

Outro entendimento difundido entre estudiosos do setor é que as redes de distribuição precisariam de significativos investimentos em proteção e controle antes de se apresentarem como aptas a acomodar uma maior inserção de fontes intermitentes distribuídas, face a questões

¹⁸ O termo “*prosumer*” foi cunhado pelo autor Alvin Tofler na década de 1980. A palavra origina-se da junção dos termos “*producer*” e “*consumer*” (produtor e consumidor em inglês) e é usada para designar um novo comportamento por parte do consumidor no mercado, um consumidor que é ativo, aquele que produz conteúdo, gera insights e contribui com o processo criativo de um produto ou serviço. No âmbito específico do setor elétrico, o termo o termo qualifica aquele consumidor que é dotado de uma sistema de geração e, portanto, além de consumer, também produz eletricidade.

¹⁹ A tarifa convencional binômia é a cobrança feita separadamente pelo consumo de energia e pela demanda de potência da unidade consumidora, sem considerar os horários de utilização ao longo do dia. Segundo definição ANEEL (2018c), a tarifa binômia é “aquela que é constituída por valores monetários aplicáveis ao consumo de energia elétrica ativa e à demanda faturável”, conforme estabelecida por meio da Resolução Normativa ANEEL n. 479, de 3 de abril de 2012.

²⁰ Informação obtida durante a palestra de Paulo Fernando de Miranda Medeiros, Gerente de Relacionamento com Clientes Corporativos da COELBA, no II Encontro Baiano de Energia Solar, realizado em 06 de dezembro de 2017, em Salvador – Bahia.

técnicas de segurança e automação da rede, causada pelos fluxos reversos e geração intermitente em pontos diversos (PEREIRA *et al.* 2015; MAHMUD e ZAHEDI, 2016; VELDHUISA, LEACH e YANGA, 2018; HUANG, KITTNER e KAMMEN, 2019; HEIDEIER *et al.*, 2020). Tal fato, junto com a redução do mercado cativo e, portanto, diminuição do faturamento das concessionárias, explica a indisposição destas para com a GD.

Isto porque as redes de distribuição do Brasil foram projetadas já há algumas décadas somente para fornecer unidirecionalmente a eletricidade das distribuidoras para os consumidores, em um fluxo seguro originado do SIN (DE CASTRO *et al.*, 2016; CAMILO *et al.*, 2017). As novidades como “prosumidores” (com necessidade de medidores bidirecionais), “geração distribuída se generalizando” e “geração intermitente na baixa tensão (GD FV)” eram quase impensáveis alguns anos antes da resolução ANEEL de 2012 e tornaram as atuais redes de distribuição muito defasadas e limitadas (JANNUZZI e MELO, 2013; GARCEZ, 2017; HEIDEIER *et al.*, 2020).

A “qualidade de energia”, que deve ser preservada nos serviços de distribuição e, do ponto de vista técnico, para uma rede defasada ou não adaptada, a GD FV pode ser considerada com fator capaz de gerar perturbações e perda de qualidade (VELDHUISA, LEACH e YANGA, 2018; HUANG, KITTNER e KAMMEN, 2019; HEIDEIER *et al.*, 2020). Sem mencionar a questão da disputa pela cobrança (ou não) do uso dos fios. Nada obstante, com a mudança do paradigma atual em andamento, tais aspectos deverão ser resolvidos, mesmo porque existem desafios tecnológicos que exigem investimentos consideráveis nas redes de distribuição para sua incorporação. As redes precisam evoluir e, neste contexto, entram questões como a *smart grid*, internet das coisas (IoT), a *blockchain* e os veículos elétricos (HUANG, KITTNER e KAMMEN, 2019; GIL *et al.*, 2020).

Diante da entrada da GD na rede de baixa tensão, os agentes reguladores de diversos países têm tomado medidas para equacionar os impactos técnicos da GD, buscando enfrentar em especial: os fluxos reversos de energia e seus impactos nos sistemas de proteção, questões relativas as mudanças no perfil de voltagem, além dos impactos na qualidade da energia e da possibilidade de aumento das frequências harmônicas (COLMENAR-SANTOS *et al.*, 2016, p. 1145; VELDHUISA, LEACH e YANGA, 2018; SILVA *et al.*, 2019; VALDES *et al.*, 2019; HEIDEIER *et al.*, 2020).

No Brasil, poderíamos dizer que, ao invés de se implementar uma política que valorizasse a energia estocada no sistema, através dos reservatórios, e a flexibilidade de operação tais reservas proporcionam, optou-se por limitar a geração à carga, por meio do desincentivo à geração de excedentes, na medida que o sistema de compensação não autoriza a cessão ou venda

de créditos. Com tal medida, busca-se limitar os potenciais efeitos negativos da inserção da GD na rede. Acontece que tal solução, além de não estimular soluções inovativas e que agregam flexibilidade ao sistema, também não incentiva a modernização da rede de distribuição, tornando-a de fato uma *smartgrid*, muito pelo contrário, permite que as distribuidoras posterguem investimentos em sua infraestrutura (DÁVI *et al.*, 2016).

Entretanto, é preciso reconhecer que os impactos da GD no setor elétrico ainda são insignificantes, pois esta representa menos de 1% da geração total de eletricidade. O atual processo de reforma do marco legal, como será visto, precisa construir um arcabouço jurídico adequado, que possa acomodar a inexorável expansão das fontes renováveis intermitentes e da GD no Brasil, promovendo a transição energética, estimulando as concessionárias a se tornem mais eficientes, permitindo novos modelos de negócios, baseados na venda serviços que a GD irá demandar, evitando a quebra do equilíbrio econômico-financeiro destas.

Neste sentido, cabe pontuar que uma expansão inadequada pode implicar em distorções que reduzam a confiabilidade e segurança energética do sistema, além de elevação no custo da energia ou, em casos mais extremos, ao fenômeno conhecido no setor como Espiral da Morte²¹.

Na Austrália, em especial na região de Southeast Queensland, a forte entrada de energia solar distribuída, incentivada por uma *Feed in Tariff*, cumulada com o aumento de custos da distribuidora local no período de 2008/2014 levou à ocorrência de tal fenômeno. Conforme fora observado naquela localidade, na medida em que ocorria a diminuição da base de usuários (mercado regulado), os custos do sistema entre dividido entre os usuários remanescentes, gerando o aumento destes, tornando os sistemas fotovoltaicos mais atrativos. Implementou-se, assim, um ciclo que se realimentava em um efeito *looping* mortal (SIMSHAUSER, 2016).

Em que pese Brasil e Austrália contarem com sistemas de geração baseados em fontes distintas, sendo o australiano fortemente dependente do carvão para geração na base enquanto o brasileiro é hídrico com *backup* térmico esporádico, ambos possuem similaridades no modo de composição das tarifas das concessionárias, além de grande potencial solar e horários de pico de demanda relacionados com aparelhos de climatização e aquecimento de água.

Ademais, com os imensos custos represados no setor brasileiro e que deverão ser repassados aos consumidores nos próximos anos, a exemplo dos decorrentes da desquotização e do risco hidrológico, a extensão desta ou ocorrência de novas crises hídricas, além do processo de reforma, sempre marcado em nossa história atual por intervenções controversas e pouco

²¹ Situação em que uma empresa, de forma cíclica, ao experimentar diminuição em sua receita, eleva os preços do seu produto a fim de compensar o rendimento perdido, o que termina por causar queda no volume de vendas, agravando a situação de crise.

técnicas no mercado de energia, entende-se que, caso mantido inalterado ou não sendo devidamente equacionada a questão na reforma do marco legal, a entrada da energia solar distribuída poderia gerar um ciclo ainda maior de aumento de tarifas, sobretudo para o consumidor do grupo B (residencial e comercial conectado na baixa tensão) e um cenário de redução do mercado regulado das distribuidoras, o que poderia eventualmente descambar para uma espiral da morte.

É preciso, portanto, dar tratamento adequado à questão da migração de consumidores (em especial a evasão dos consumidores regulados para soluções de autogeração local ou remota, própria ou de terceiros) e a expansão do mercado de capacidade e do mercado de energia.

Neste sentido, cabe destacar que o atual o sistema de compensação, estabelecido pela Resolução 482/12 (ANEEL, 2012b) e reformado pela Resolução 687/15 (ANEEL, 2015d) possui brechas legais que permitem ao consumidor regulado contornar a proibição legal de aquisição de energia no ACR por agente diverso da distribuidora e que vem sendo intensamente explorado por meio do arrendamento das fazendas solares. Nesta configuração, se verifica o arrendamento dos equipamento de GD, registrados na modalidade de geração remota, com remuneração baseada na performance dos equipamento, ou seja, variável de acordo com a quantidade de energia produzida. Apesar de não contar com uma remuneração correspondente a uma unidade de energia, na prática o arrendamento dos equipamentos constitui-se em uma forma de contornar a vedação legal do ACR.

Tal configuração, encontra guarita em entendimento da Diretoria da ANEEL, expresso no Ofício Circular nº 0010/2017-SRD/ANEEL (ANEEL, 2017b), que entende não haver violação quando consumidores regulados exerçam a atividade de autoprodução remota, através do arrendamento de terreno e equipamentos de geração, se a remuneração não é fixada com base em unidade de energia elétrica, conforme se observa no trecho abaixo transcrito:

“17. Nesse ponto, a Procuradoria por meio do Parecer nº 542/2015/PFANEEL/PGF/AGU, conclui pela impossibilidade normativa de os consumidores cativos optarem pela contratação direta de energia elétrica, como se consumidores livres fossem, inclusive mediante contrato de aluguel ou arrendamento de terrenos e equipamentos com contraprestação pecuniária expressa em unidades monetárias por unidades de energia. 18. Por outro lado, como visto acima, não há a mesma restrição normativa para que os consumidores cativos exerçam a atividade de autoprodução de energia elétrica (ou de autoconsumo, conforme a nomenclatura da Resolução Normativa nº 482, de 2012, que busca enfatizar a característica de consumidor de quem optou por instalar a micro e minigeração distribuída), podendo os mesmos exercerem a posse do terreno e dos equipamentos de geração por meio de contratos de aluguel e de arrendamento cuja contrapartida não seja, fundamentalmente, o pagamento pela energia produzida. Em outras palavras, os contratos de equipamentos podem possuir cláusulas definindo o pagamento

de parcelas variáveis associadas ao rendimento e à performance técnica dos equipamentos, mas o valor da parcela principal deve ser fixo de modo a não caracterizar a comercialização de energia elétrica. (ANEEL, 2017b)”

Não parece absurdo, portanto, chamar atenção para a possibilidade de ocorrência do fenômeno da espiral da morte no Brasil, se a regulamentação do sistema de compensação não for adequadamente alterada no médio prazo.

Assim, sendo a energia solar a fonte distribuída por excelência, sua inserção deve ser realizada de forma planejada e criteriosa, visando evitar efeitos indesejados, a exemplo do aumento de fluxos reversos e perdas, aumentos desnecessários dos custos para o SIN, em especial os usuários não adotantes e fenômenos como as espirais da morte (SATCHWELL, 2015; SIMSHAUSER, 2016; BURGER, KNITTEL e PÉREZ-ARRIAGA 2020).

2.2.2.4 *Gestão da Demanda, Tarifa Branca e o Sistema de Compensação de Energia*

O sistema elétrico nacional tem que ser planejado e construído para atender o horário de pico da demanda, viabilizando o fornecimento de toda carga, a qualquer momento, permitindo, assim, o atendimento ininterrupto e concomitante de todos os consumidores de energia, com o menor custo tarifário possível (BRASIL, 2019a).

No modelo brasileiro, que se encontra calcado na hidroeletricidade proveniente de diferentes bacias hidrográficas espalhadas pelo território nacional, com regimes hidrológicos diversos e interligadas por uma vasta rede de transmissão, as usinas de grande porte (denominadas de centralizadas) são operadas por despacho do Operador Nacional do Sistema Elétrico – ONS. Tal fato faz com que as redes de transmissão e distribuição tenham um papel determinante no atendimento da demanda e na confiabilidade do sistema (CASTRO *et al.*, 2018).

É importante notar que a expansão da capacidade instalada de geração e de transmissão devem acompanhar a demanda e, em especial, a evolução da carga no horário de ponta, garantido o seu integral atendimento, sendo este o principal *drive* da expansão do setor elétrico (CASTRO *et al.*, 2018). Estima-se que a matriz elétrica, que conta atualmente com 183 GWp de capacidade instalada (Figura 21), deve ser ampliada para 221,9 GWp em 2030 (BRASIL, 2021b) e alcançar algo entre 488 GWp e 525 GWp, considerando a matriz 100% renovável em 2050 (BRASIL, 2020f, p. 75), tendo em vista que é estimado uma demanda de eletricidade entre 870 TWh e 2.100 TWh, a depender do crescimento verificado no período, conforme estimativas do Plano Nacional de Energia 2050 (BRASIL, 2020f).

Entretanto, muito além da ampliação da capacidade de geração, será necessário também ampliar a rede de transmissão e reforçar a de distribuição, para atender a carga, em especial com a ampliação do uso de aparelhos de ar-condicionado e mobilidade elétrica (BRASIL, 2020f).

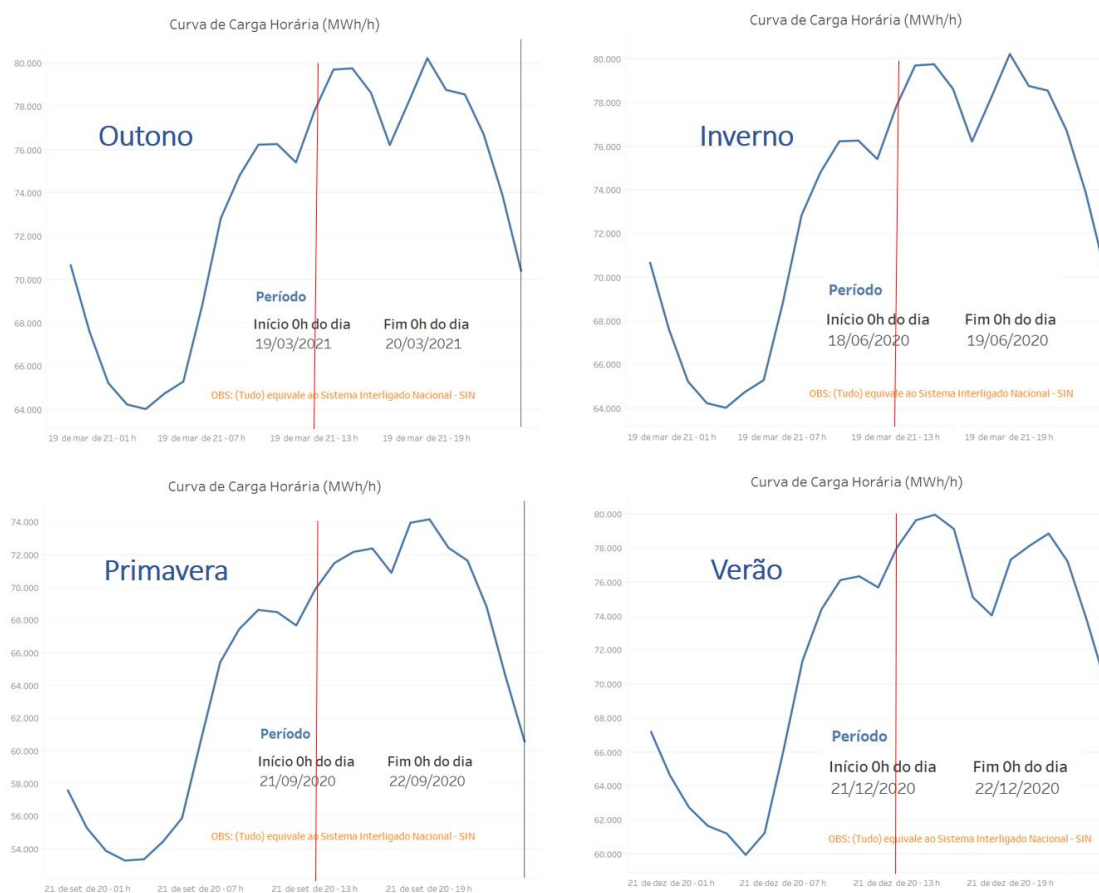
Por outro lado, atualmente a utilização da rede nacional conta com horários de pico, em que praticamente toda a capacidade e estrutura do SIN é demandada, e os horários fora de pico, quando o sistema apresenta maior ou menor grau de ociosidade²².

O gerenciamento da demanda, conhecido também como *Demand Side Management - DSM*, surgiu nos EUA na década de 70 com a finalidade de combater os grandes desperdícios de energia elétrica (CHADE, 2004, BRASIL/EPE, 2019). Desde então, a gestão da demanda tem se apresentado como uma das mais eficientes ações para otimizar a demanda no setor elétrico, uma vez que são diversas as ações de gestão que podem ser implementadas com reduzidos investimentos, a exemplo de campanhas indutoras de comportamento para realocação de consumo de eletricidade em outros horários, substituição de equipamentos comuns por outros inteligentes ou de uso automatizado/programável, modificação de práticas, etc. (GILS, 2014, BRASIL/EPE, 2019; MULLER, FALCÃO, 2019).

O horário de pico se apresenta, portanto, como componente determinante na aferição da necessidade de expansão do sistema elétrico, uma vez que indica a demanda máxima ao qual o sistema precisa atender durante o dia, mesmo que seja por um período curto, de poucas horas ou mesmo minutos (CASTRO et al. 2018, p. 4; BRASIL/EPE, 2019). Assim, a gestão da demanda, ao diminuir o pico de carga do sistema, consegue reduzir a ociosidade do parque de geração deste, além de combater perdas e postergar investimentos em expansão de capacidade de geração, transmissão e distribuição, como indicam as simulações realizadas por Muller e Falcão (2019).

²² Horário intermediário.

Figura 6 – O horário de pico da demanda no Sistema Interligado Brasileiro, nas diferentes estações do ano, para o período de 2020 - 2021



Fonte: Elaboração própria, com dados do ONS (2021), em 12 de abril de 2021

Portanto, o objetivo principal do gerenciamento ativo da demanda é minimizar a carga de pico, reduzindo-a através de ganhos de eficiência, deslocando-a para um outro horário (realocação do consumo) ou estimular a adoção de sistemas de armazenamento (MULLER, FALCÃO, 2019; GUELPA, VERDA, 2020). Os estímulos introduzidos pelas ações de gestão buscam, destarte, fazer com que os consumidores finais sejam estimulados a se tornarem mais eficientes e flexíveis, reduzindo o consumo total, transferindo seu consumo de energia para horários de ociosidade da rede ou instalando sistemas de armazenamento, via de regra, mediante tarifas horárias com preços diferenciados (BACKE, KARA E TOMASGARD, 2020; DAVARZANI *et al.*, 2021).

A Figura 6, também demonstra o grande potencial de penetração que possui a energia fotovoltaica no sistema brasileiro, na medida em que a linha vermelha indica o horário de pico da geração solar, que conforme se observa coincide com um dos picos de demanda do SIN, em

especial no verão, demonstrando como ainda existe uma grande margem para crescimento da GD FV no sistema e dos benefícios que esta pode aportar.

Nada obstante, controlar a demanda é fundamental, não só para o consumidor diminuir seus gastos com o fornecimento de energia elétrica, mas também para o sistema poder reduzir seus custos em razão de menor necessidade de investimento em expansão da capacidade de geração e/ou transmissão. Neste sentido medidas de eficiência energética, a exemplo da imposição de padrões de desempenho aos produtos, como no caso do selo PROCEL, se mostram fundamentais. Por outro lado, a gestão da demanda também possibilita que a rede possa ser dimensionada e operada de forma mais eficiente, reduzindo despesas, queda da qualidade da energia, evitando, conseqüentemente, interrupções ou má prestação do serviço de fornecimento de eletricidade. O controle da demanda, portanto, se bem efetivado, pode implicar em redução de custos e ganhos sinérgicos para todos os envolvidos, configurando uma interação na qual todos os envolvidos são beneficiados (MULLER, FALCÃO, 2019), funcionando particularmente bem em distritos, conforme demonstrado por Guelpa e Verda (2020).

Passando à análise da estrutura tarifária atual, aplicada ao consumidor residencial, comercial e industrial de baixa tensão, percebe-se a existência de duas componentes tarifárias: Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição (TUSD) e Tarifa de Energia (TE). A primeira é relativa ao faturamento mensal de usuários do sistema de distribuição pelo seu uso. A segunda refere-se ao faturamento mensal de consumo de energia da unidade consumidora. Ambas são dadas em R\$/kWh.

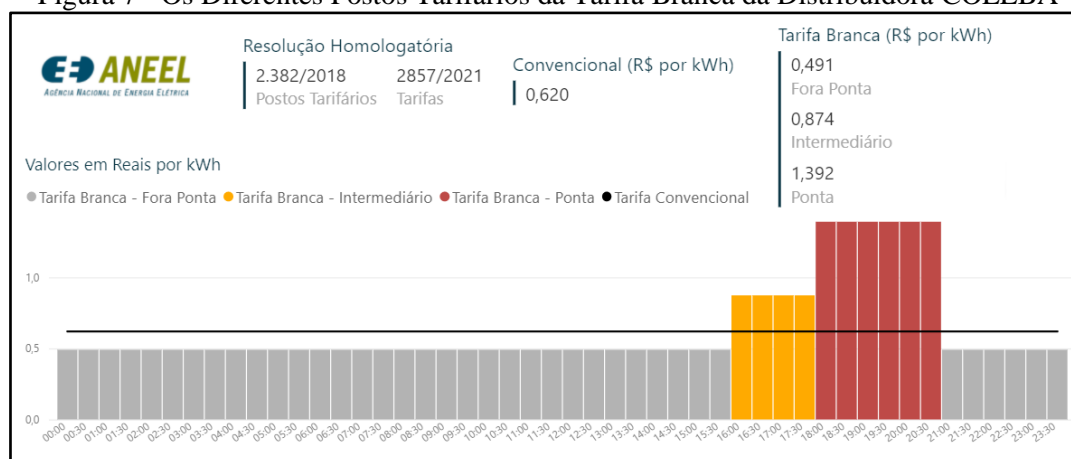
Na tarifa convencional, os usuários pagam o mesmo preço pela eletricidade independentemente da hora do dia em que foi consumida. Com a tarifária branca, busca-se incentivar que o consumo de energia elétrica pelos consumidores ligados na baixa tensão aconteça fora dos horários em que o sistema é mais utilizado, por meio de redução do preço nestes horários e aumento da tarifa nos horários de ponta, que varia de acordo com a distribuidora (ANEEL, 2021b).

A tarifa branca é composta por três postos tarifários: posto de ponta, intermediário e fora de ponta, conforme Resolução Normativa ANEEL n.º 733/2016 (ANEEL, 2016f). A nova resolução tarifária visa desincentivar o consumo de energia elétrica nos horários em que o sistema é mais utilizado (posto de ponta), por meio da atribuição de um valor mais elevado à energia do que nos horários em que ela é menos crítica para os sistemas elétricos (horário fora-ponta), buscando implementar o princípio do realismo tarifário.

É esperado que o consumidor que venha a aderir à tarifa branca possa gerenciar seu consumo, reduzindo-o nas faixas horário de ponta e intermediário, e, com isso, possa obter uma redução em na sua conta de eletricidade (DOS SANTOS et al., 2014).

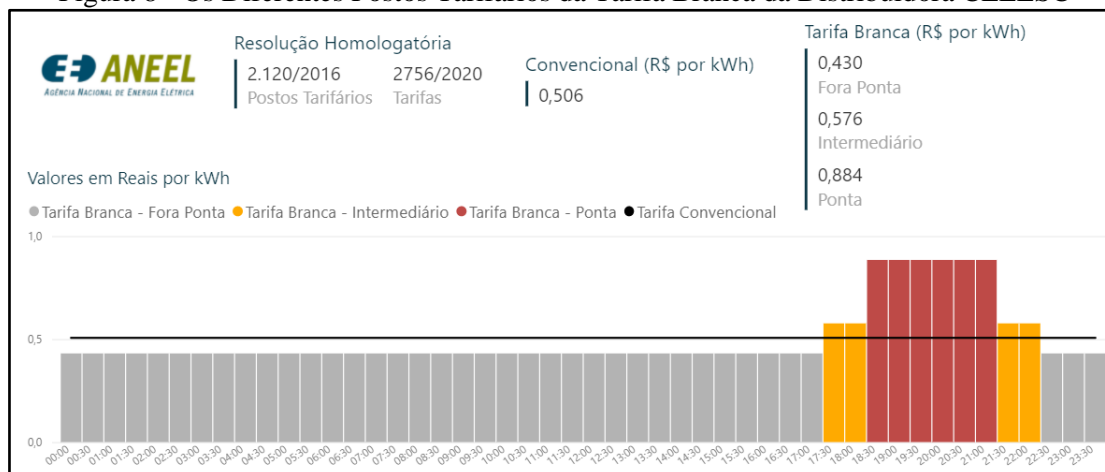
Ae a Figura 8, ambas adaptadas de ANEEL (2021b), indicam as distintas faixas de preços (Coluna em R\$/kWh) para os diferentes postos tarifários instituídos pela Tarifa Branca da concessionária Companhia de Eletricidade da Bahia - COELBA (Figura 7) e Centrais Elétricas de Santa Catarina S.A.- CELESC (Figura 8), que variam conforme o horário do dia. Conforme se percebe, na Figura 7, para a COELBA das 16 às 18 horas tem-se o posto tarifário intermediário e, entre às 18 e 21 horas, o horário de ponta. Já na Figura 8 para a CELESC das 17:30 às 18:30 e das 21:30 às 22:30 tem-se o posto tarifário intermediário e, entre as 18:30 e 21:30 horas, o horário de ponta.

Figura 7 - Os Diferentes Postos Tarifários da Tarifa Branca da Distribuidora COELBA



Fonte: Adaptado de ANEEL (2021b)

Figura 8 - Os Diferentes Postos Tarifários da Tarifa Branca da Distribuidora CELESC

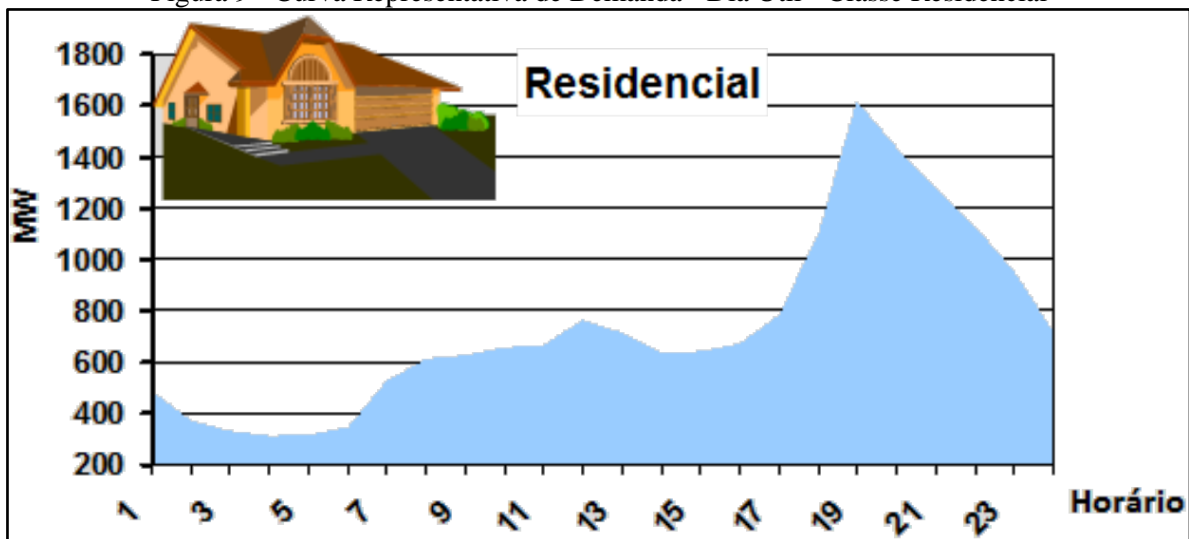


Fonte: Adaptado de ANEEL (2021b)

Observa-se das Figura 7 e Figura 8 que a diferença entre os valores da tarifa branca fora da ponta e da tarifa convencional são pouco significativos, não apresentando o estímulo econômico necessário para incentivar o usuário a realizar a migração para a nova tipologia de contrato de fornecimento, havendo, portanto, impacto limitado na alteração do pico da demanda. De fato, segundo dados da ANEEL (2021b) apenas 48mil usuários, equivalente à 0,05% do número total de consumidores no país, considerado em 81 milhões, aderiram até o momento a tarifa branca.

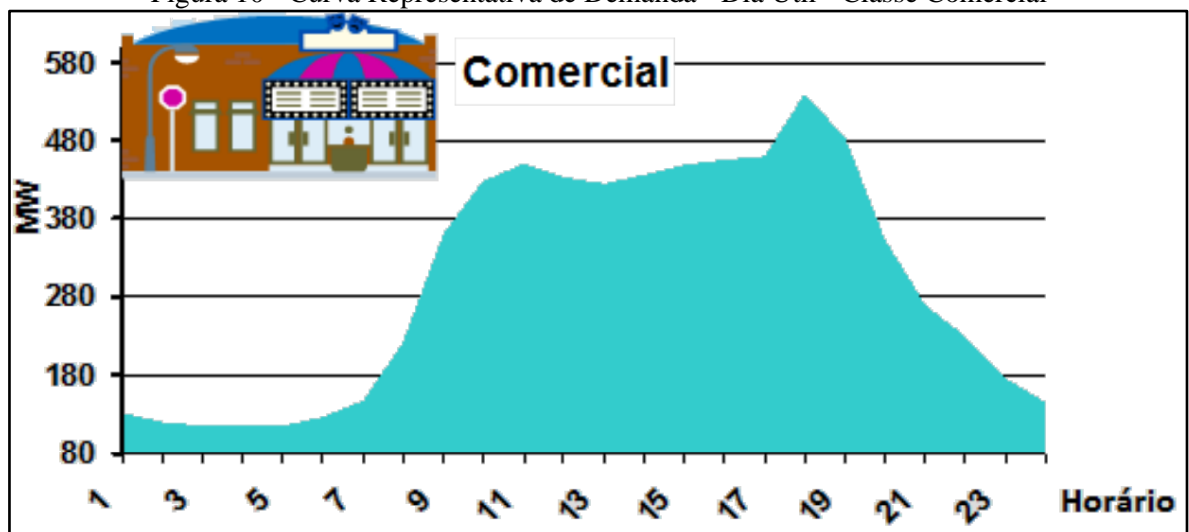
A seu turno, as Figura 9 e Figura 10, retiradas de Coutinho (2010), indicam os perfis típicos de demanda dos setores residencial e comercial, em dias úteis, para consumidores residenciais e comerciais no Brasil.

Figura 9 - Curva Representativa de Demanda - Dia Útil - Classe Residencial



Fonte: Coutinho (2010)

Figura 10 - Curva Representativa de Demanda - Dia Útil - Classe Comercial



Fonte: Coutinho (2010)

Da comparação, percebe-se que os postos tarifários estabelecidos pela tarifa branca da COELBA não guardam correspondência estrita com o horário de pico real. Observa-se também que, no caso do setor comercial (Figura 10), existe uma identidade significativa entre o período de maior consumo e a capacidade de geração de um equipamento solar fotovoltaico. É importante destacar também que parte significativa da composição da ponta do setor residencial decorre da utilização do chuveiro elétrico, de modo que o aquecimento de água via geração termossolar ou através de dispositivo elétrico que promova seu armazenamento para utilização sob demanda, poderia reduzir significativamente a demanda neste setor.

Neste sentido, a implementação de gerenciamento pelo lado da demanda e medidas de eficiência energética (por exemplo, usando acionamentos de velocidade variável na indústria e sistemas termossolares e acumuladores de água quente) poderia reduzir a demanda de pico e, assim, reduzir a necessidade de carga de pico, que configura o período no qual a energia é mais cara para o sistema e cuja expansão da oferta busca atender.

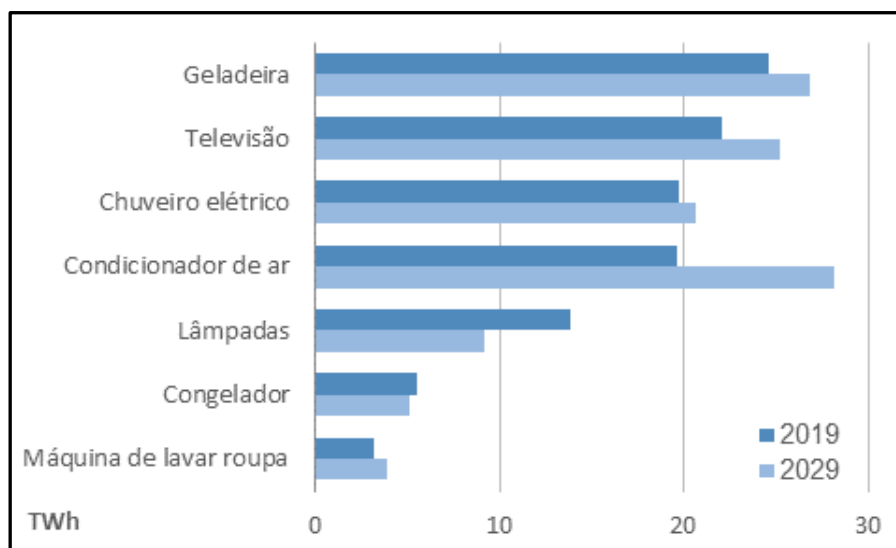
Além disso, o gerenciamento do lado da demanda poderia ser implementado, permitindo que o excedente de energia renovável de fontes eólicas e solares fosse mais facilmente absorvido pela rede. Por exemplo, novos regulamentos podem ser introduzidos oferecendo preços dinâmicos ou tarifas reduzidas durante as horas em que é provável que ocorra um grande excedente de energia eólica, que é normalmente no inverno e na primavera entre a meia-noite e as 08:00h, no caso do Estado da Bahia.

Nada obstante, impende destacar que para que se verifique a substituição dos chuveiros elétricos de água quente, amplamente utilizados no Brasil, seria necessária a criação de programas específicos que determinassem a sua eliminação e concedesse incentivos, permitindo sua substituição por bombas de calor (*heat-pumps*) eficientes ou sistemas de armazenamento de água quente por resistência elétrica, ou mesmo sistemas híbridos termossolares, que podem deslocar o consumo de períodos de pico para períodos de baixa demanda, uma vez que a diferença de custo inicial dos sistemas é enorme, sendo a chuveiro elétrico uma solução individual extremamente econômica apesar de muito gravosa para o sistema como um todo. Além disso, onde as instalações são viáveis, os sistemas solares de água quente também poderiam ser incentivados por meio de subsídios específicos. Entretanto, conforme se observa na Figura 11, o MME e a EPE ainda trabalham com a prevalência do chuveiro elétrico como solução para aquecimento de água em 2029, inclusive com uma carga superior a atual (BRASIL, 2020a).

É importante destacar ainda o crescimento expressivo da demanda decorrente da utilização de condicionadores de ar no período, cuja adoção constitui-se no principal *drive* para

o aumento no consumo de 3,6% a.a. nos lares brasileiros estimado para o horizonte até 2029, ao representar um salto estimado de cerca de 1/3 apenas deste dispositivo em 2029, equivalente à 28TWh (BRASIL, 2020a).

Figura 11 - Consumo de energia elétrica por equipamento residencial, comparativo 2019 e estimativa para 2029



Fonte: PDE 2029 (BRASIL, 2020a)

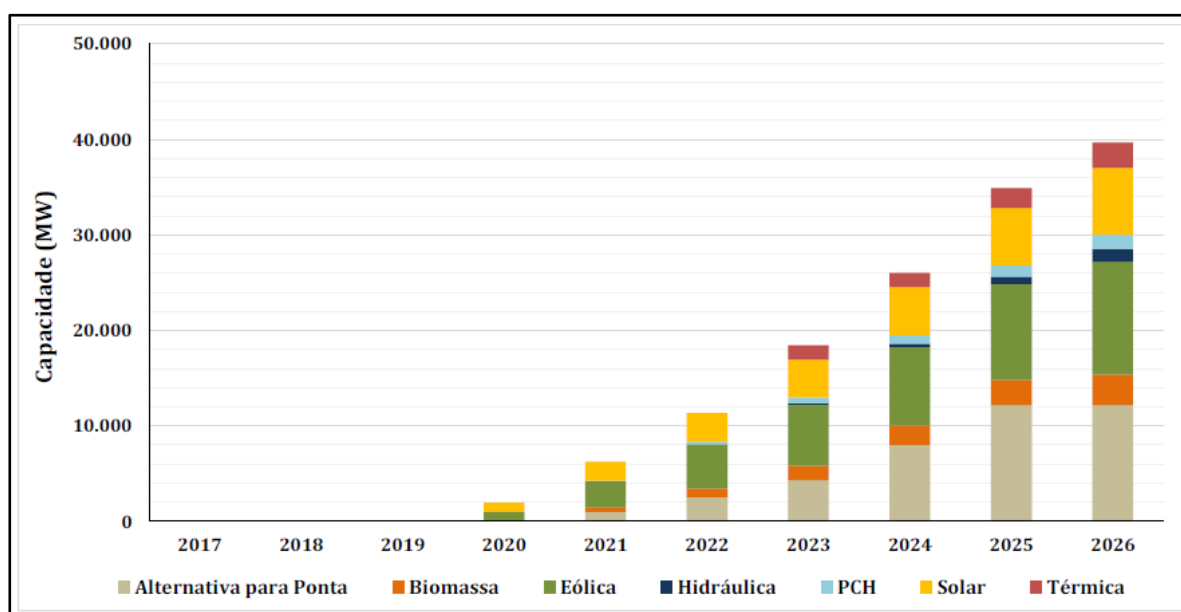
Destaca-se, por oportuno, que a tarifa branca desde 2020 é opcional para todos os consumidores de baixa tensão, exceto para os classificados como de baixa renda (beneficiários da TSEE). Apesar disso, a tarifa branca possui uma adoção entre os usuários muito baixa, sendo inferior à 1% (ANEEL, 2021b).

Entretanto, no caso que um prosumidor venha a adotar a tarifa branca, o cálculo será realizado de forma semelhante aos consumidores do Grupo A que possuem GD. Assim, a compensação, portanto, irá considerar o preço do kWh na hora da geração, para posterior compensação. Dessa forma, se a energia for gerada fora do horário de ponta, portanto, em uma faixa horária mais barata (o que em geral se verifica com sistemas fotovoltaicos) e for compensada em um horário com preço mais caro, haverá uma redução no valor da energia compensada. A adoção combinada da GD e da tarifa branca se apresenta interessante quando o sistema é capaz de gerar durante o horário de ponta, pois se verificaria uma maximização do valor da energia à compensar. Tal hipótese poder-se-ia verificar com sistemas baseados em geração eólica ou hidrelétrica.

O tema da gestão da demanda apenas começa a ganhar relevância no cenário nacional, apesar de avanços e retrocessos. O Plano Decenal de Energia 2026 (BRASIL, 2017b) foi o

primeiro da série a incorporar em sua previsão indicativa a “alternativa para ponta” como meio de atendimento da expansão da demanda futura. A entrada da gestão da demanda se verificaria, a partir de 2021, como meio cada vez mais significativo e relevante para o atendimento total da carga do sistema, chegando a responder por cerca de 12.000 MW em 2025, conforme se observa na Figura 12.

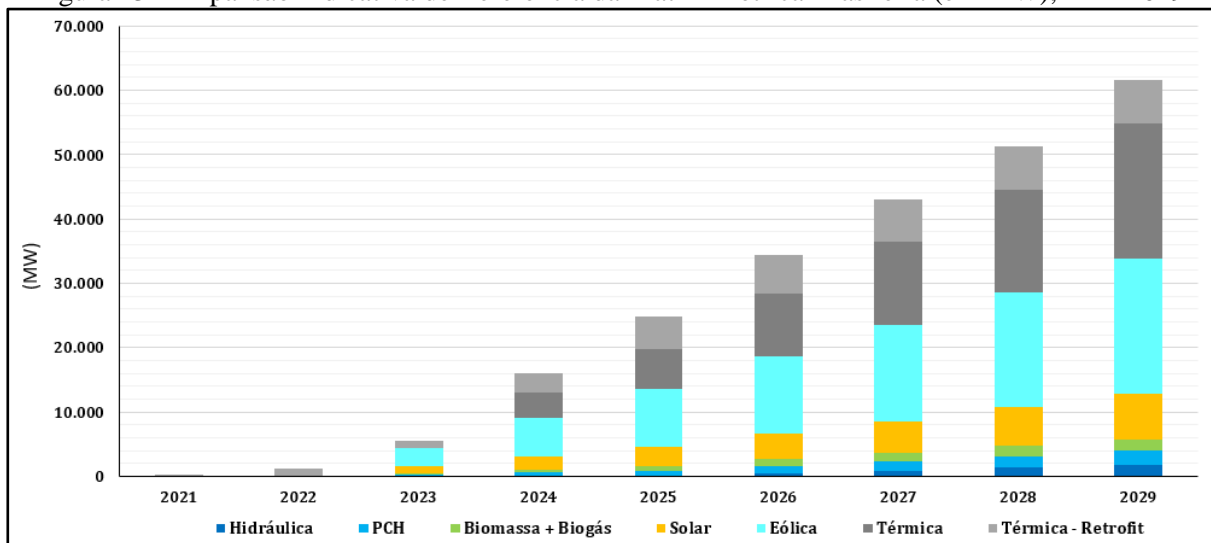
Figura 12 – Expansão Indicativa de Referência da Matriz Elétrica Brasileira, PDE 2026



Fonte: EPE - Plano Decenal de Energia 2026 (BRASIL, 2017a, p. 75)

Entretanto, conforme se observa do cotejo entre a Figura 12, Figura 13 e a Tabela 10, tal alternativa foi retirada das simulações, não se encontrando mais presente nas previsões do PDE2029. Em seu lugar, entretanto, foi inserida previsão de *retrofit* de térmicas existentes conforme se observa na Figura 13 e a Tabela 10, na contramão de um caminho que incentive a eficiência do setor, conservação energética, as fontes renováveis e promova a descarbonização do setor elétrico.

Figura 13 – Expansão Indicativa de Referência da Matriz Elétrica Brasileira (em MW), PDE 2029



Fonte: EPE - Plano Decenal de Energia 2029 (BRASIL, 2020a)

Tabela 10 – Dados da Expansão Indicativa de Referência da Matriz Elétrica Brasileira (em MW), PDE2029

Fontes	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
Térmica - Retrofit	249	1.116	1.116	3.153	4.977	6.110	6.610	6.788	6.788
Biomassa + Biogás	0	0	180	460	740	1.020	1.300	1.580	1.860
Eólica	0	0	3.000	6.000	9.000	12.000	15.000	18.000	21.000
Hidráulica (*)	0	0	0	0	0	385	803	1.298	1.819
PCH	0	0	300	600	900	1.200	1.500	1.800	2.100
Fotovoltaica	0	0	1.000	2.000	3.000	4.000	5.000	6.000	7.000
Térmica	0	0	0	3.872	6.164	9.709	12.830	15.854	20.997

(*) O incremento anual de oferta hidrelétrica considera a motorização e o melhor período para enchimento de seus reservatórios, o que pode levar a entrada da primeira máquina antes do início da operação comercial.

Fonte: EPE - Plano Decenal de Energia 2029 (BRASIL, 2020a)

Por fim, para um estudo mais aprofundado no tema da gestão da resposta da demanda, com alternativa para ponta, sugere-se Guelpa e Verda (2020) e Davarzani *et al.* (2021).

2.2.4 As atuais propostas de reforma do Sistema de Compensação de Energia (SCE)

2.2.4.1 A proposta de reforma apresentada pela ANEEL

O crescimento da participação da microgeração e da minigeração não deve ser analisado como mera diversificação da matriz elétrica, uma vez que tal interpretação tende a minimizar a necessidade de ajustes em: (i) paradigma do sistema operacional; (ii) quadro regulatório; e (iii) modelos de negócios da GD. É necessário reconhecer que está ocorrendo uma transição

tecnológica e ecológica que afetará o setor elétrico em suas diferentes esferas (BRASIL, 2017c, ANEEL, 2018b).

Em 2017, o Governo Federal deu início a um processo de ampla reforma regulatória do SEB e apresentou dois estudos de Análise de Impacto Regulatório - AIR, sendo um específico sobre o SCE (ANEEL, 2018b) e outro sobre a tarifa binômica (ANEEL, 2018c). Entretanto, desde então o processo está em revisão e deveria ser votado em plenário até o final deste ano.

Em 2018 e 2019, a ANEEL e o MME também realizaram diversas consultas públicas sobre a revisão do atual marco regulatório em relação à GD, visando que as regras fossem aprovadas em 2019 e pudessem entrar em vigor a partir de 2020. A proposta final formulada pela ANEEL indicava uma redução expressiva das vantagens GD para os prossumidores sob a alegação de manutenção do equilíbrio econômico-financeiro das Distribuidoras e injustiças tarifárias com os não prossumidores, decorrentes dos subsídios cruzados (ANEEL, 2018b).

Entretanto, a reação verificada em diversos seguimentos da sociedade brasileira, capitaneados por associações de categoria a exemplo da Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica - ABSOLAR (RUBIM, SAUAIA, KOLOSZUK, 2019; SUSTERAS, SAUAIA, KOLOSZUK, 2020) e Associação Brasileira de Geração Distribuída - ABGD, foram intensas e fortemente contrárias o que acabou gerando a postergação do processo e a apresentação dos PLs n.º 5.829/2019 (BRASIL, 2020b) e do n.º 2.215/2020 (BRASIL, 2020e), posteriormente integrados ao Anteprojeto de Código Brasileiro de Energia Elétrica. Entretanto, em 2020 com a pandemia do Sars-CoV-2, o processo acabou ficando em segundo plano, saindo da ordem do dia, de modo que a reforma no sistema de compensação se encontra em suspenso até a presente data.

Atualmente, os tributos do Governo Federal sobre energia elétrica constituem-se nos encargos do setor elétrico e na Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição (TUSD). Os encargos setoriais são criados por leis aprovadas pelo Congresso Nacional para viabilizar a implementação de políticas governamentais para o setor elétrico, seus valores constam de resoluções ou despachos da ANEEL e são cobrados pelas distribuidoras por meio da conta de energia. Cada uma das cobranças é justificável, mas, em conjunto, impactam a tarifa do consumidor e a capacidade de pagamento.

Os encargos são os custos não gerenciáveis suportados pelas concessionárias de distribuição e repassados aos consumidores para garantir o equilíbrio econômico-financeiro contratual. Os encargos setoriais atuais relacionados a este processo tarifário estão listados na

Tabela 11. A TUSD é um encargo legal do setor elétrico brasileiro e é suportada pelos

consumidores conectados aos sistemas elétricos das concessionárias de distribuição para remunerar o serviço prestado de transporte de energia (uso da rede elétrica). De acordo com a ANEEL (ANEEL, 2018b), a composição percentual atual da conta de energia em relação à TUSD e encargos setoriais é apresentada na Tabela 12.

Tabela 11 - Principais Encargos Setoriais no Setor Elétrico Brasileiro.

Principais Encargos no Setor Elétrico Brasileiro		
Denominação	Sigla	Objetivo
Conta de Desenvolvimento Energético	CDE	Criada originalmente pelo art. 13 da Lei nº 10.438/2002, com regulamentação atual promovida pela Lei nº 12.839/2013 e pelos Decretos nº 4.541/2002 e nº 7.891/2013, visa prover recursos para o desenvolvimento energético dos estados, para viabilizar a competitividade da energia elétrica produzida a partir de fontes incentivadas (eólicas, fotovoltaica, pequenas usinas hidrelétricas, biomassa, termossolar, gás natural e carvão mineral) nas áreas atendidas pelos sistemas elétricos interligados, além de promover a universalização do serviço de energia elétrica a todos os consumidores do território nacional; prover recursos para os dispêndios da Conta de Consumo de Combustíveis (CCC) subsidiando à geração de energia em sistemas elétricos isolados; prover recursos para compensar descontos aplicados nas tarifas de uso dos sistemas elétricos de distribuição e nas tarifas de energia elétrica, a exemplo da Tarifa Social de Energia Elétrica; e prover recursos para compensar o efeito da não adesão à prorrogação de concessões de geração de energia elétrica.
Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica	PROINFA	Criado pela Lei nº 10.438/2002, o Proinfa tem o objetivo de aumentar a participação de fontes alternativas renováveis (pequenas centrais hidrelétricas, usinas eólicas e empreendimentos termelétricos a biomassa) na produção de energia elétrica, por meio de uma tarifa de contratação incentivada (<i>Feed in Tariff</i>).
Compensação Financeira pela Utilização de Recursos Hídricos	CFURH	Criada pela Constituição Federal de 1988, trata-se de um percentual que as concessionárias de geração hidrelétrica recolhem pela utilização de recursos hídricos. A Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) gerencia a arrecadação e a distribuição dos recursos entre os beneficiários: Estados, Municípios e órgãos da Administração Direta da União, a exemplo de sua destinação à implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos, do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, além da compensação dos estados e municípios atingidos pelos reservatórios das usinas hidrelétricas.
Encargos de Serviços do Sistema	ESS	Disciplinado pelo Decreto nº 2655/1998 e pela Resolução ANEEL nº 290/2000, visa suportar os custos incorridos para manter a confiabilidade e a estabilidade do Sistema Interligado Nacional (SIN) no atendimento do consumo de energia elétrica, em especial serve para cobrir custos de geração de energia térmica quando há uma necessidade de acioná-las por segurança energética em preservação dos níveis dos reservatórios e quando há despacho fora da ordem de mérito.

Energia Elétrica de Reserva	EER	Disciplinado no Decreto nº 6.353/2008, representa todos os custos decorrentes da contratação da energia de reserva, entendida como aquela destinada a aumentar a segurança no fornecimento de energia elétrica ao SIN, proveniente de usinas especialmente contratadas através de Leilões específicos organizados e conduzidos pela ANEEL e CCEE, incluindo os custos administrativos, financeiros e tributários, que são rateados entre os usuários finais de energia elétrica do SIN.
Taxa de Fiscalização dos Serviços de Energia Elétrica	TFSEE	Criada pela Lei nº. 9.427, de 26/12/1996, e regulamentada pelo Decreto nº. 2.410, de 28/11/1997, visa constituir a receita necessária para custear a Agência Nacional de Energia Elétrica, cobrindo suas despesas administrativas e operacionais.
Pesquisa e Desenvolvimento e Programa de Eficiência Energética	P&D	Criado pela Lei nº. 9.991/2000, visa financiar a pesquisa e o desenvolvimento do setor elétrico e programas de eficiência energética no uso final através da aplicação de percentuais das receitas operacionais líquidas das concessionárias e permissionárias de serviços públicos de distribuição de energia elétrica.
Contribuição ao Operador Nacional do Sistema (ONS)	ONS	Previsto na Lei nº 9.648/1998, tem como objetivo de financiar o funcionamento do Operador Nacional do Sistema Elétrico, que coordena e controla a operação das geradoras e transmissoras de energia elétrica no Sistema Interligado Nacional (SIN). O valor é definido anualmente pelo ONS e aprovado pela ANEEL.

Fonte: Elaboração própria, com base em ANEEL (2018b e 2021e).

Tabela 12 - Composição da tarifa de eletricidade federal no Brasil.

		Percentual sem Tributos	Percentual com Tributos	
Componentes Tarifários	Tarifa de Energia	Componente Energia	38%	
		Encargos na geração e outras componentes	12%	
	TUST e TUSD	Perdas	8%	53,5%
		Encargos na Transmissão e Distribuição	8%	
		Transporte Fio A	6%	
		Transporte Fio B	28%	
Tributos	Federais	PIS/PASEP e COFINS	4,5%	
	Estaduais	ICMS	25%	
		Total sem Tributos	100%	
		Total com Tributos	-	
Legendas: Transporte Fio A - Custos da transmissão da eletricidade produzida/consumida Transporte Fio B - Custos da distribuição da eletricidade produzida/consumida Tributos PIS/PASEP, COFINS e ICMS indicados em valores médios/aproximados				

Fonte: Elaboração própria, com base na ANEEL (2018b e 2021f).

Além dos impostos federais (PIS/COFINS), alguns Municípios possuem taxas de iluminação pública e todos os Estados da federação brasileira possuem um Imposto sobre Operações relacionadas à Circulação de Produtos e Prestação de Serviços (ICMS) que incide sobre a conta de luz. A incidência dos tributos federais e estaduais representa em média 29,5% do valor da conta (ANEEL, 2021f). Ademais, a conta de energia não pode ser jamais zerada, na medida em que existe uma taxa mínima, decorrente da conexão ativa à rede elétrica.

Existem também as bandeiras tarifárias aplicadas pelo Governo Federal que são um sistema que busca sinalizar aos consumidores os custos de geração de eletricidade de forma mais próxima dos reais, de acordo com a situação hidrológica e capacidade de acumulação dos reservatórios. O funcionamento é simples: as cores dos sinalizadores (verde, amarelo ou vermelho) indicam se a energia vai custar mais ou menos dependendo das condições de geração de eletricidade (ANEEL, 2021d).

Com as bandeiras, a conta de luz ficou mais transparente e o consumidor tem melhores informações para usar a energia elétrica de forma mais consciente. Quando a bandeira está verde, as condições hidrológicas para geração de energia são favoráveis e não há acréscimo nas contas. Se as condições forem um pouco menos favoráveis, a Bandeira fica amarela e há cobrança adicional, proporcional ao consumo, à taxa de R\$ 1,00 por 100 kWh (ou suas frações). Em condições desfavoráveis, a bandeira torna-se vermelha e o encargo adicional torna-se proporcional ao consumo na proporção de R\$ 3,00 por 100 kWh (ou suas frações), para a bandeira vermelha nível 1; e à taxa de R\$ 5,00 por 100 kWh (ou suas frações), para a Bandeira Vermelha nível 2. A esses valores somam-se os impostos correntes (ANEEL, 2021d).

Atualmente, o desconto na conta de eletricidade, determinado pela participação no sistema de compensação é quase total, não sendo incluída apenas o custo da taxa mínima em razão da conexão com a rede de distribuição. Assim, transferem-se os custos da rede elétrica e encargos setoriais para outros consumidores não aderentes. Tais custos, posteriormente, são redistribuídos nas revisões tarifária periódicas com os usuários do ambiente de contratação regulado (ACR).

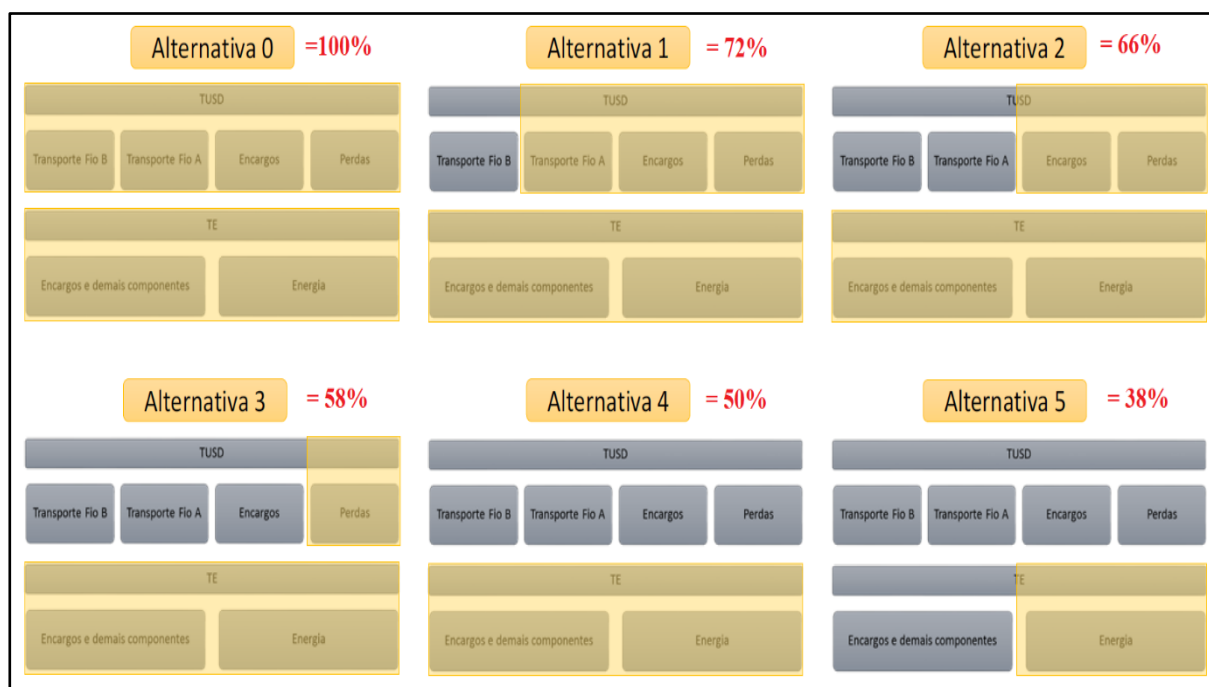
Os acréscimos decorrentes das bandeiras tarifárias, portanto, acabam sendo incluídos e compensados pelo sistema atual, desta forma, a indicação via preço da situação dos reservatórios acaba sendo ignorada pelos consumidores dotados de sistema de geração. Tal fato agrava ainda mais a distorção de mercado e os subsídios cruzados entre adotantes e não-adotantes, na medida em que os primeiros se valem do potencial de armazenamento do sistema para realizar a compensação, o qual em períodos de hidrologia desfavorável encontra-se reduzido.

O fim dos subsídios implícitos, entre os consumidores não adotantes em favor dos

adotantes, decorrentes do atual sistema de compensação, além de atender a um imperativo de justiça social, poderia também agilizar o desenvolvimento de novos modelos de negócios, como o *solar as a service*²³, além da instalação de baterias conectadas a unidades consumidoras, já que não seria mais possível usar a rede como forma de armazenamento virtual.

A ANEEL (2018b) desenvolveu 6 possíveis cenários alternativos para a atualização da legislação referente aos encargos tarifários da TUSD e encargos setoriais para GD a partir de 2020, conforme detalha a Figura 14.

Figura 14 – As seis alternativas para reforma do Marco Regulatório do GD no Brasil, com percentual de compensação em relação ao valor do kW/h



Fonte: Adaptado de ANEEL (2018b)

A alternativa 0 seria a manutenção do atual sistema, com a compensação de todas as componentes através da energia produzida pelo sistema de geração. Dessa forma, verifica-se uma compensação de 1kWh produzido com 1kWh consumido, de modo que o valor da energia produzida é equivalente a 100% do valor da energia na conta de luz. A conta apenas não poderia ser zerada no modelo atual porque há uma tarifa mínima de conexão à rede de distribuição que

²³ “Solar como um serviço” em tradução literal. Significa compra de energia fotovoltaica como se fosse um serviço, em vez de efetuar a aquisição dos painéis e demais equipamentos para geração própria, que implica em elevados investimentos iniciais. Dessa forma, o painel seria instalado por uma empresa especializada e o consumidor pagaria um custo mensal equivalente a energia recebida, ou seja, o consumidor adquire o serviço de fornecimento de energia prestado pelo sistema de geração, não sendo proprietário dos equipamentos. É uma configuração que aplica o entendimento da ANEEL detalhado no item 2.2.2.2 (ANEEL, 2017b).

não pode ser compensada.

Nas alternativas 1 e 2, se verifica uma transferência parcial da TUSD para o *prosumer*, de modo que este passaria a suportar parte dos custos do SIN, equivalentes à distribuição e transmissão da energia. No entanto, nestas alternativas, mantém-se as isenções relativas aos encargos setoriais e perdas verificadas no SIN. Desta forma, haveria uma cobrança pelo transporte e distribuição da energia produzida, a qual na primeira opção representaria uma perda de, em média, 28% da energia produzida (TUSD Fio B), passando o *prosumer* a se ressarcir na conta de luz no equivalente a 72% da energia produzida e, na segunda opção, acrescentando também o TUSD Fio A, totalizaria 34%, de modo que o *prosumer* compensaria o equivalente a 66%.

Nas alternativas 3 e 4, seriam incluídos a cobrança integral do uso dos fios, os encargos e também as perdas relativas a transmissão e distribuição da energia. Tais custos representariam, respectivamente, uma redução de 42% do valor da energia produzida em relação à consumida, passando a compensar 58% da energia produzida na opção 3 e 50% no caso da opção 4.

Na alternativa 5, há uma transferência total de TUSD para o *prosumer* (cobrança total do uso do fio, encargos e perdas do sistema) e também dos encargos do setor. Isso representaria uma perda média de 62% de valor em relação à energia produzida e o prosumidor teria uma compensação equivalente a 38% da energia consumida.

O pagamento da taxa mínima de conexão à rede de distribuição é mantido em todos os casos acima ilustrados, em razão da conexão ativa com o sistema elétrico.

É importante destacar que a alternativa 5 estabelece uma equivalência entre o valor do custo da componente energia na conta de luz e o valor da energia produzida pelo sistema de geração. Por essa lógica, a energia gerada seria compensada exclusivamente com parte da conta que corresponde ao valor da energia, deixando de fora os demais serviços (transmissão e distribuição), encargos, perdas e demais acréscimos. Esta seria a alternativa mais justa, a nível de sistema e do ponto de vista do realismo tarifário, uma vez que seria compensado unicamente o que se produz.

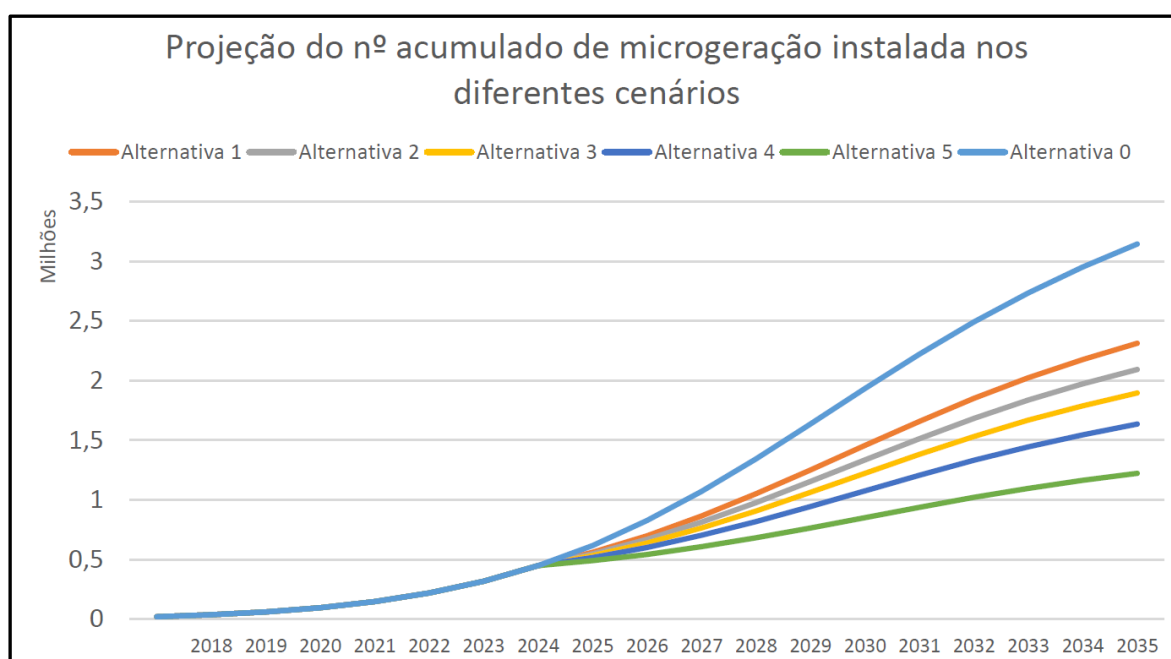
Entretanto, esta seria também a menos vantajosa para o *prosumer*, elevando o tempo de retorno médio para um período superior à vida útil do equipamento (ANEEL, 2018b), tornando, portanto, a GD no sistema de compensação praticamente inviável, salvo casos excepcionais.

Observa-se, portanto, que todos os cenários propostos trazem uma redução dos benefícios atuais para os futuros prosumidores a partir da reforma da atual sistemática legal, e as perdas no valor de compensação da energia produzida variam entre 28% e 63%. Tal fato teria um

impacto direto no tempo de retorno dos projetos de GD, o que afetaria a sua atratividade e taxas de crescimento. Esses cenários tendem a beneficiar as distribuidoras, mas também reduzem os benefícios cruzados implícitos decorrentes do sistema de compensação, beneficiando os consumidores não adotantes da GD.

Segundo as estimativas do AIR da ANEEL (2018b), conforme se observa na Figura 15, as diferentes alternativas levariam a uma redução da atratividade e consequentemente no número de adotantes e instalações de GD.

Figura 15 – Projeção de usuários do SCE nos diferentes cenários analisados pelo AIR da ANEEL (Alternativas 0 a 5) até 2035



Fonte: ANEEL (2018b)

Apesar de poder parecer injusto em um primeiro momento, é preciso ter em consideração que toda a eletricidade que é gerada localmente pelo sistema e consumida instantaneamente pelo *prosumer* não passa pelo contador, não sendo, portanto, computada pelo sistema de compensação, traduzindo-se, portanto, em uma redução direta no volume e, portanto, no valor da conta. A energia que é objeto de compensação, destarte, é aquela que é gerada, injetada no SIN, “armazenada” e consumida em momento posterior, quando não se verifica a geração por parte do sistema. Resta claro, que em relação a energia que é objeto de compensação pelo *prosumer*, o SIN é ativamente envolvido e funciona normalmente no atendimento desta carga, porque de fato não há geração neste momento. Além disso, cabe destacar a utilização do SIN como “local de armazenamento” desta energia para futura compensação, servindo como espécie

de bateria virtual é controversa. Tal uso seria possível tão somente em momentos de hidrologia favorável, sendo irrealizável em momento de escassez hídrica ou excesso (vertimento), situações nas quais, o que se verificaria é substituição por geração termoelétrica, muito mais custosa e poluente para o SIN. Evidencia-se a necessidade de maior integração e planejamento no setor elétrico, a fim de que tal situação não mais se verifique, de modo que os benefícios da GD sejam valorizados corretamente e que a aspectos da regulação do sistema de compensação sejam equacionados, a fim de que não mais gerem tais inconvenientes.

Em 2019, partindo das alternativas supra descritas, a ANEEL iniciou novas consultas públicas e séries de publicações para coleta de subsídios e informações adicionais para a Análise de Impacto Regulatório (AIR) da revisão da REN n.º 482/2012 (ANEEL, 2018b). Tal proposta veio lastreada em dois princípios fundamentais. O primeiro princípio estabelece que as mudanças ocorrerão de forma gradual e previsível. Assim, as alterações no mecanismo de compensação não aconteceriam de imediato, mas seriam acionadas quando fossem atingidos gatilhos específicos, medidos em potência acumulada. Para a geração no local da carga, o gatilho inicialmente proposto seria de 3.360 MW, o qual, entretanto, já foi superado em 2020, conforme se observa no Gráfico 2 e Tabela 9. Já para a GD remota, foram sugeridos dois gatilhos: o primeiro, de 1.250 MW, desencadearia a alteração da compensação para a Alternativa 1; e o segundo, de 2.130 MW, desencadearia uma mudança da Alternativa 1 para a Alternativa 3 (ANEEL, 2018b). Atualmente, conforme se observa na Tabela 8, o total instalado em autoconsumo remoto aproxima-se do primeiro gatilho, uma vez que equivale a 1.059.674 kW.

O segundo princípio determina uma regra de transição para essas mudanças. Por meio deste, os sistemas distribuídos de microgeração e minigeração até a publicação da nova resolução normativa da ANEEL continuarão tendo seus créditos de energia elétrica compensados. A remuneração será de acordo com o modelo atual, pelo prazo de 25 anos, e estará sujeita à nova regra. Já aqueles ligados entre a publicação da regra atualizada e o acionamento do primeiro gatilho, compensariam os créditos pelo modelo atual por um período de 10 anos (ANEEL, 2018b).

A garantia de uma gradualidade na transição da regra e segurança jurídica são aspectos importantes para garantir a previsibilidade, estabilidade do setor e continuidade dos investimentos em GD no país.

Portanto, os *prosumers* que implantaram seus sistemas de GD antes das mudanças na legislação, teriam direito à compensação total (Alternativa 0). Como visto no AIR da ANEEL (2018b), também considerava-se manter a alternativa 0 até que a capacidade instalada da GD alcançasse 3.360 kW. Tal patamar, entretanto, já foi atingido em 2020, conforme demonstrado

na Tabela 9. As alterações da ANEEL nas regras de GD no Brasil se aplicarão apenas às novas conexões no Brasil, sendo garantido o sistema vigente às atuais instalações por 25 anos contados da alteração legislativa. Tal medida garante segurança jurídica nos contratos vigentes e respeito aos prossumidores pioneiros que acreditaram nesta tecnologia.

2.2.4.2 As propostas de reforma em trâmite no Congresso Nacional: Projetos de Lei n.º 5.829/2019, 2.215/2020 e o Anteprojeto do Código Brasileiro de Energia Elétrica

Em 05 de novembro de 2019, o Deputado Silas Câmara (REPUBLIC/AM) apresentou o Projeto de Lei n.º 5.829/2019, visando alterar a Lei n.º 9.427/1996, para regular a redução nas tarifas de uso dos sistemas de transmissão e distribuição e nos encargos, em favor dos microgeradores e minigeradores. Em 27 de abril de 2020, foi a vez do Deputado Beto Pereira (PSDB/MS) apresentar o Projeto de Lei n.º 2.215/2020 (BRASIL, 2020e), que Altera a Lei n.º 9.074, de 7 de julho de 1995 para estabelecer o Sistema de Compensação de Energia Elétrica (SCEE), uma proposta mais estruturada, que busca substituir a atual disciplina estabelecida pela Resolução ANEEL 482/2012, conforme se observa na Tabela 13.

Tabela 13 – Projetos de Lei com propostas de reforma do Sistema de Compensação de Energia no Congresso Nacional

	Numeração do Projeto de Lei (PL)	Data de Apresentação	Autor / Partido	Denominação e Objetivos Principais
Propostas de Reforma das Modalidades de Inserção da Geração Distribuída no Brasil	PL n.º 5.829/2019	05 de novembro de 2019	Deputado Silas Câmara (REPUBLIC/AM)	Marco Legal da Geração Distribuída Brasileira, visa alterar a Lei n.º 9.427/1996, para regular a redução nas tarifas de uso dos sistemas de transmissão e distribuição e nos encargos, em favor dos microgeradores e minigeradores
	PL n.º 2215/2020	27 de abril de 2020	Deputado Beto Pereira (PSDB/MS)	Visa alterar a Lei n.º 9.074, de 7 de julho de 1995, para estabelecer o Sistema de Compensação de Energia Elétrica (SCEE), uma proposta mais estruturada, que busca substituir integralmente a atual disciplina estabelecida pela Resolução ANEEL 482/2012.

Fonte: Elaboração Própria

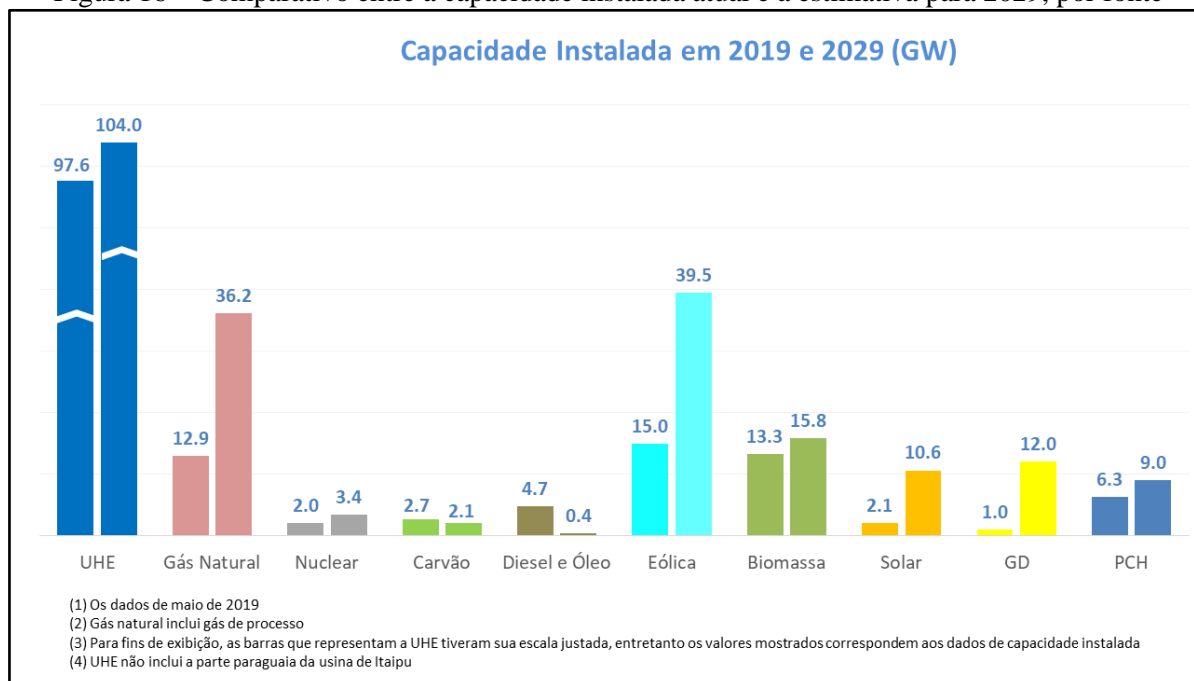
O projeto de Lei n.º 2.215/2020 determina manutenção do atual sistema de compensação, trazendo marcos para a redução da compensação de 1 para 1 mais benéficos dos que observados na proposta da ANEEL analisada no item precedente, a exemplo do gatilho que passa a ser móvel e equivalente a 15% do total das unidades consumidoras da concessionária,

para a geração local (Art. 16-E, II do PL 2.215/2020). A redução também se apresenta significativamente menor, chegando, quando superado o limite de 15% em relação ao total das unidades consumidoras, a uma redução de 86% para a geração local e 66% para a geração remota, decorrentes do pagamento da TUSD referente a parcela da transmissão no primeiro caso e da TUSD de transmissão e distribuição no segundo caso. Desde modo, todos os demais custos e encargos do sistema seguem sendo compensados.

A proposta do PL 2.215/2020 foi uma resposta à reação das associações de categoria e da repercussão negativa em relação à alteração proposta na ANEEL. Entretanto, apesar da importância de regular o sistema de compensação em nível legal, falha em aprofundar o tema e tratá-lo de forma técnica. E, ao invés de apresentar uma alternativa que pudesse conciliar o crescimento do setor solar fotovoltaico com a redução dos subsídios implícitos e cruzados entre *prosumers* e não *prosumers* no sistema de compensação, termina por perpetuar estes.

Considera-se que ainda é cedo para reduzir os incentivos à fonte solar na modalidade distribuída, na medida em que ainda existe um enorme potencial de crescimento e o equilíbrio econômico-financeiro das distribuidoras ainda está longe de estar ameaçado. Entretanto, é importante reformar o SCE a fim de reduzir os subsídios cruzados entre adotantes e não adotantes e a dar segurança aos investimentos, visto que a curva de crescimento vem se acelerando, de modo a otimizar os investimentos no setor elétrico brasileiro. Além disso, a integração da GD FV com baterias poderia reduzir a necessidade de expansão da geração a gás natural prevista no PDE2029, conforme ilustra a Figura 16.

Figura 16 – Comparativo entre a capacidade instalada atual e a estimativa para 2029, por fonte



Fonte: EPE - Plano Decenal de Energia 2029, BRASIL (2020a)

2.2.5 Geração distribuída, redução da pobreza e mecanismos de incentivo ao desempenho no Brasil

Conforme demonstram Brinkman *et al.* (2016), Gils *et al.* (2018), Jacobson *et al.* (2018) e Wang *et al.* (2019), a GD a partir de fontes renováveis, se bem implementada, tem potencial para abrir novos segmentos no mercado de energia, com a criação de novas empresas e empregos (principalmente na área solar devido à instalação e manutenção) e também promover ganhos de eficiência para a rede elétrica, com a redução do pico da demanda, redução de perdas elétricas e postergação de investimento de reforços na rede de distribuição (CULLMANN e NIESWAND, 2016).

A GD também é capaz de empoderar os cidadãos, além de poder funcionar como um importante vetor de emancipação, consciência social e ambiental, na medida em que promove o desenvolvimento sustentável e pode impulsionar o emprego local, constituindo-se em uma ação direta dos cidadãos em face das mudanças climáticas (KASTNER e MATTHIES, 2016, HILLMANA *et al.*, 2018; REN21, 2018; LEAL FILHO *et al.*, 2019).

Sem embargo, a instalação de GD em locais subótimos pode aumentar as perdas de energia na rede de baixa tensão, gerar custos adicionais para o operador da rede e problemas técnicos de estabilidade, como dificuldade de controle de tensão ou potência reativa (COLMENAR-SANTOS *et al.*, 2016).

No Brasil, o sistema de compensação foi adotada como regime de incentivo à GD, por meio da Resolução ANEEL 482/2012 (PINTO *et al.*, 2016; LUNA *et al.*, 2019; DE ANDRADE *et al.*, 2020), enquanto um regime de tarifa *feed-in* foi aplicado em 2004 por meio do PROINFA, que destinava-se exclusivamente a pequenas centrais hidrelétricas, eólicas e de biomassa, sendo os projetos de maior escala, apesar de alguns deles conectados na rede de distribuição, sendo portanto, GD (DUTRA e SZKLO, 2008).

Acontece que, em razão dos investimentos iniciais necessários, em ambos os sistemas de incentivo, a geração PV acaba sendo viabilizada apenas para a parcela mais rica da população, de modo que a GD permanece inacessível para a população de baixa renda (VALE *et al.*, 2017), exceto quando se verificam projetos pontuais específicos, a exemplo do caso piloto de Juazeiro (CUNHA *et al.*, 2020). Esse aspecto também não favorece a distribuição igualitária da localização dos sistemas, uma vez que eles acabam se concentrando nas localidades com maior capacidade financeira.

Conforme visto, desde 2004 o Brasil possui um instituto de chamadas públicas, regulamentado pelo artigo 14 do Decreto 5.163/2004 (BRASIL, 2004b), que permite à distribuidora abrir uma chamada pública para contratação de sistemas de GD em sua área de concessão, abastecendo até 10% de sua carga de mercado, acomodando a GD no planejamento energético e privilegiando aspectos técnicos da rede (BRASIL, 2004b). No entanto, este mecanismo nunca cumpriu os seus objetivos, visto que dificilmente tem sido utilizado por questões regulatórias e vem sendo apenas aplicado em casos excepcionais (CUNHA *et al.*, 2018).

A regulamentação e o planejamento energético no Brasil priorizaram, entre os anos de 2013 e 2015 a instalação de usinas centralizadas (GC) por meio de leilões públicos nacionais, criando inicialmente um problema de bloqueio para tecnologia fotovoltaica (*lock-in*), que não conseguia se viabilizar na modalidade distribuída (BRADSHAW, 2017; VAZQUEZ, HALLACK, 2018; THACKER *et al.*, 2019). Entretanto, a partir da reforma do SCE, através da Resolução ANEEL n. 687/2015, as instalações de sistemas de geração fotovoltaica na modalidade de mini e microgeração (GD) passaram a ser mais atrativas, e se aceleraram substancialmente, conforme demonstrado no Gráfico 2.

Segundo a ABSOLAR (2021), a capacidade instalada de energia fotovoltaica em abril de 2021 é de 8.812 MW, sendo, 38 % GC (3.327 MW) e 62 % GD (5.485 MW). Acontece que o SCE promove uma inserção não coordenada e em favor da parcela mais rica da população (VALE *et al.*, 2017).

A geração de energia fotovoltaica na modalidade distribuída tem o potencial de revolucionar matrizes elétricas em um futuro próximo (BRINKMAN *et al.*, 2016; GILS *et al.*, 2018; JACOBSON *et al.*, 2018), conferindo um papel ativo aos cidadãos na transição energética, na qualidade de *prosumers* (PINTO *et al.*, 2016, STEPHENS, 2019), entretanto no Brasil, tal papel ainda se apresenta limitado, quando comparado com outros países, e é baseado em um sistema que apenas beneficia a parcela mais abastada da população.

Ademais, a cadeia de suprimentos fotovoltaica corresponde à fonte renovável que mais gera empregos no mundo (REN21, 2018) e a GD quando instalada nos tetos (*rooftop*) gera até 30 vezes mais empregos por MWp instalado que a instalação na modalidade centralizada (FARRELL, 2021). E em relação à energia FV, assim como aconteceu com a indústria de energia eólica, há amplo espaço para o Nordeste desenvolver toda a cadeia produtiva, além de ser um grande exportador de energia para os subsistemas do oeste e sudeste, complementando a renda dos estados nordestinos e suas populações (SOUZA e CAVALCANTE, 2016; DE JONG *et al.*, 2017).

A seu turno, Schmidt *et al.* (2016) relataram um percentual ótimo de até 37% para a penetração da energia FV na matriz elétrica nacional, devido à excepcional complementaridade entre as capacidades já instaladas de energia hídrica e eólica com os potenciais solares encontrados no país e as interligações da rede elétrica nacional. Este estudo, entretanto, não levou em consideração os custos de geração das diferentes fontes na composição da matriz. No entanto, com a queda dos custos das fontes fotovoltaicas e eólicas nos últimos anos, estas estão se tornando as formas mais baratas de geração entre todas as fontes de eletricidade em todo o globo (REN21, 2018; IEA, 2018, 2021).

As cidades brasileiras, portanto, devem usar as energias renováveis disponíveis para proporcionar um salto quântico na qualidade de vida de suas populações, aproveitando o enorme potencial da geração renovável e do sistema interligado de eletricidade para caminhar em direção a uma matriz diversificada, 100% renovável e resiliente (DE JONG *et al.*, 2017; JACOBSON *et al.*, 2018).

O Brasil precisa encurtar caminhos e mudar o paradigma produtivo para incorporar a redução da pobreza energética e as questões socioambientais em seu planejamento estratégico de Estado, inovando em relação a um paradigma estabelecido por meio de tecnologias disruptivas (WITTMANN, 2014; JOSHI *et al.*, 2015; STRAM, 2016 ; HILLMANA *et al.*, 2018; MICHAELOWA *et al.*, 2018). Vantagens como o SIN, o grande potencial de armazenamento hidráulico e a matriz já majoritariamente renovável, e desvantagens, como falta de infraestrutura, mudanças climáticas e desigualdade social e de renda, entre outras, precisam

ser transformadas em oportunidades, aproveitando o imenso potencial das energias renováveis modernas por meio de novas tecnologias para alcançar o desenvolvimento limpo e de qualidade, com geração de empregos e renda, redução da pobreza e preservação do meio ambiente (ANEEL, 2012; GABRIEL, 2016; MICHAELOWA *et al.*, 2018; LEAL FILHO *et al.*, 2019).

A GD pode criar empregos locais, economizar dinheiro para os clientes, reduzir os impactos ambientais e ajudar as concessionárias a atender à demanda do sistema. No entanto, além da economia de energia e eficiência, a GD também reduz as vendas de eletricidade e receitas das distribuidoras, resultando em perdas financeiras para as concessionárias, se comparado aos investimentos tradicionais em infraestrutura do lado da oferta (SATCHWELL *et al.*, 2015; CULLMANN e NIESWAND, 2016).

Nesse contexto, os mecanismos de incentivo ao desempenho (*Performance Incentive Mechanisms* - PIMs) se destacam por se tratarem de políticas que buscam estimular medidas de eficiência energética, estruturadas especificamente para proporcionar oportunidades de negócios às concessionárias para que possam lucrar com investimentos em eficiência energética. Essas políticas podem oferecer recompensas financeiras para atingir as métricas especificadas, mas também podem ser estruturadas para gerar perdas financeiras ou penalidades pelo não cumprimento de metas (OSORIO e SAUMA, 2015).

Os Projetos de Lei 1917/2015 (BRASIL, 2015) e 232/2016 (BRASIL, 2016) foram apresentados no Congresso Nacional, respectivamente na Câmara de Deputados e Senado, com o objetivo de realizar uma reforma profunda no arcabouço legal do setor elétrico brasileiro, entretanto, foram posteriormente incorporados ao Anteprojeto do Código Brasileiro de Energia Elétrica, em 2020. Nenhum dos projetos de lei, porém, mencionam a reforma do ICP, esquemas específicos de PIMs para promover ações de eficiência energética ou um instituto específico para a inserção da GD de forma efetiva no SEB.

Os referidos projetos de lei poderiam ser alterado pelo Congresso para incluir alterações ao ICP e previsões de PIMs que incorporem métricas para promover o planejamento do setor de energia de modo a incentivar a ER na modalidade de GD, eficiência e redução da pobreza energética, com base em um critério multifatorial através de programas de eficiência energética voltados a famílias de baixa renda em área da concessionária (HEFFRON e TALUS, 2016). Tais disposições poderiam alavancar o desempenho da distribuidora, promover um importante passo na seara das mudanças climática, acelerando a transição para uma sociedade de baixo carbono e, ao mesmo tempo, recompensar as concessionárias, compensando o investimento inicial e as reduções na demanda do seu mercado (CROSS-CALL *et al.*, 2018; FREI *et al.*, 2018).

De Jong *et al.* (2017) também defendem uma maior participação da FV no subsistema nordestino como forma de reduzir a dependência da geração baseada em combustível fóssil e maximizar a integração da energia eólica neste submercado. Ademais, as fontes renováveis, principalmente a FV, também podem ser integradas ao planejamento energético como uma ferramenta para lidar com a pobreza energética no Brasil, como demonstrou Piai *et al.* (2020).

Portanto, a energia solar tem um papel relevante a desempenhar no Brasil, especialmente na região Norte e Nordeste, como fator de diversificação da matriz elétrica nacional e redução das desigualdades regionais e sociais, promovendo, simultaneamente, o desenvolvimento sustentável através da redução da pobreza energética e os objetivos climáticos da transição energética, por meio de um ciclo de crescimento de baixo carbono, a exemplo do que se tem verificado na expansão promovida na Índia (JOLLY e RAVEN, 2016).

A reforma do arcabouço legal do setor elétrico poderia, portanto, buscar estimular as distribuidoras a adotarem medidas de eficiência energética com boa relação custo-benefício por meio dos PIMs, abrindo novas possibilidades de negócios no futuro, sendo que os certames da ICP podem ser uma das vias de implementação, uma vez que já parcialmente estruturado para tanto. Além disso, os PIMs devem potencializar os benefícios para as partes envolvidas, buscando a redução da pobreza energética e redução da TSEE, além de compensar a concessionária pelos investimentos realizados e em percentual do benefício obtido com a diminuição do consumo de energia elétrica, promovendo o ganho de receitas e não sua perda por parte da concessionária. Os PIMs, se bem implementados, podem ser eficientes, apresentando-se como medidas ganha-ganha (*win-win*), promovendo acesso as tecnologias modernas de energia renovável com baixo impacto ambiental, aumentando a eficiência do SEB, ao mesmo tempo em que alivia as situações de pobreza energética e reduz os encargos setoriais.

2.2.6 Gargalos e desafios à transição energética relacionados à inserção da geração distribuída na matriz energética Brasileira

No Brasil, conforme observa Silva *et al.* (2016), Vazquez e Hallack (2018), Luna *et al.* (2019), Cunha *et al.*, (2020) e De Andrade *et al.* (2020), as políticas e os planos de ação que visam promover o desenvolvimento energético sustentável, mediante a inserção da GD, não tem se mostrado adequadas, mesmo consideradas as alterações implementadas em 1º de abril de 2016, com a revisão da Resolução n.º 482/2012 da ANEEL (ANEEL, 2015), que trata do sistema de compensação de energia, a isenção do PIS/Cofins (BRASIL, 2015 - Lei 13.169/15) e a disseminação da isenção do ICMS sobre a energia gerada e consumida na própria unidade

consumidora para os demais estados da Federação, nos termos do Convênio 16/2015 do CONFAZ (CONFAZ, 2015), que levaram ao crescimento verificado no últimos anos.

Neste sentido, a nota técnica Ministério de Minas e Energia n.º 5/2017, destaca que:

Esquemas de busca de eficiência baseados em abordagens de comando e controle não têm se mostrado tão rápidos em evocar a inovação em estratégias de gestão físico-econômica de ativos e em modelos de negócio por parte dos agentes quanto estratégias baseadas em incentivos econômicos utilizadas em outras jurisdições. Face a estas dificuldades com modelos centralizados de gestão de risco e comando e controle por parte do Estado, o litígio judicial se incorporou como estratégia comum de preservação de posições de diversas classes de agentes no lugar da busca de eficiência empresarial e produtiva como estratégia de melhora de posições competitivas. Este resultado, por sua vez, resulta em novos obstáculos à inovação no setor. (BRASIL, 2017c, p. 2)

Conforme visto no item 2.2.2., O Programa de Desenvolvimento da Geração Distribuída de Energia Elétrica – ProGD, lançado em dezembro de 2015, como ação alinhada com o Acordo de Paris, e que seria responsável por alavancar a utilização do ICP, tampouco causou a inflexão necessária no setor, em que pese o alarde do investimento previsto (R\$100 bilhões) e a meta de instalar 36GWp até 2050 (BRASIL, 2015c).

Isto porque a Portaria n.º 538/2015 do Ministério de Minas e Energia (BRASIL, 2015b), que institui referido o programa, limitou-se a estabelecer *Valores Anuais Específicos de Referência (VRES)* para a venda da energia proveniente da GD das fontes solar e cogeração qualificada, bem como a instituir um Grupo de Trabalho para apresentar ações que ajudem a concretizar os objetivos do programa, cujo relatório final elaborado por representantes do MME, ANEEL, EPE, Centro de Pesquisas de Energia Elétrica - CEPTEL e Câmara de Comercialização de Energia Elétrica - CCEE e apresentado em fevereiro de 2019, destacou impactos regulatórios e técnicos decorrentes da implantação em massa da GD a exemplo da postergação de investimentos nas redes de distribuição elétrica e redução das perdas.

Impende também registrar que, conforme será detalhado no item 4.4.4 *O Instrumento da Chamada Pública como vetor para a expansão coordenada da geração distribuída na rede de distribuição*, até o presente momento não se tem conhecimento de qualquer concessionária do país que tenha se utilizado dos *Valores Anuais Específicos de Referência (VRES)* da Portaria MME n.º 538/2015 (BRASIL, 2015b) para aquisição de energia gerada por meio da fonte solar²⁴, e nem se acredita que haverá a utilização de tais parâmetros enquanto não for

²⁴Não foi localizada nenhuma informação que tratasse de contratação, via chamada pública, baseada nos valores de referência fixados pela Portaria MME n.º 538/2015. Os entrevistados tampouco souberam indicar qualquer exemplo de contratação que a tivesse utilizado como parâmetro. Na Tabela 24, são apresentados os dados colhidos através do canal de transparência do Governo (Fala.BR), através da qual se demonstra que os VRES não foram utilizados até a presente data para a contratação de GD via Instituto da Chamada Pública.

reformulado o seu mecanismo de contratação, qual seja, o instituto da chamada pública, estabelecido pelo artigo 15 do Decreto n. 5.163/2004 (BRASIL, 2004b).

De fato, pode ser considerado que o ProGD não saiu efetivamente do papel, não apresentando qualquer mudança ou interferência prática na realidade do setor elétrico nacional em relação à GD, uma vez que, como demonstrado no Gráfico 2 e nas Tabela 7 e Tabela 9, praticamente a totalidade da GD incorporada no SEB ocorreu através do sistema de compensação estabelecido pela Resolução ANEEL n. 482/2012.

A EPE (BRASIL, 2014b) prevê que serão instalados 78,0 GWp em sistemas de GD até 2050 sendo: 33,0 GWp no setor residencial; 29,0 GWp no comercial; 13,0 GWp no industrial; e 3,0 GWp junto ao poder público. A estimativa oficial de crescimento da GD no Brasil até 2050, elaborada pela EPE (BRASIL, 2014a), é relativamente modesta tendo em vista o potencial de crescimento da GD FV no mercado nacional. Tal fato decorre de uma preocupação em relação ao impacto que o crescimento robusto da GD acarretaria nas receitas das distribuidoras e empresas de comercialização de energia, bem como nos impostos sobre a eletricidade arrecadados pela administração pública. Os Governos Federal e Estadual provavelmente vão arrecadar menos impostos (PIS/COFINS e ICMS), entretanto, o impacto da redução do custo da eletricidade poderia ser compensado com parte da economia indo para mais consumo na economia, preços mais competitivos para a produção industrial e maior investimento empresarial na produção, iniciando um ciclo de crescimento na economia.

A tabela abaixo apresenta um levantamento dos principais incentivos concedidos a GD pela legislação nacional, extraídos do relatório “Energia Solar no Brasil e Mundo – Ano de Referência 2016”, organizado pelo Ministério de Minas e Energia (BRASIL, 2017d) e Canal Solar (2020).

Tabela 14 - Síntese dos Incentivos à Geração Distribuída no Brasil

Principais Incentivos à GD	Características	Ano de Instituição	Término do Incentivo
Isenção de ICMS	Pelo Convênio ICMS 101/97, celebrado entre as secretarias de Fazenda de todos os estados, há isenção do Imposto Sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS) para as operações com equipamentos e componentes para o aproveitamento das energias solar e eólica, válido até 31/12/2021	1997	Até 31/12/2021.
Instituto da Chamada Pública (ICP)	O Decreto nº 5.163/2004, de 30/07/2004 possibilitou ao agente de distribuição a contratação direta de energia elétrica proveniente de empreendimentos de geração distribuída, através do procedimento da chamada pública desde que garantida publicidade, transparência e igualdade de acesso aos interessados ao certame.	2004	Até a presente data.

Iisenção de IPI	De acordo com o Decreto nº 7.212, de 15/06/2010, são imunes à incidência do Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI), a energia elétrica, derivados de petróleo, combustíveis e minerais.	2010	Até a presente data.
Chamada Pública (CP) ANEEL	De 2014 a 2016 entraram em operação as plantas FV da CP nº 013/2011 - Projetos Estratégicos: “Arranjos Técnicos e Comerciais para Inserção da Geração Solar Fotovoltaica na Matriz Energética Brasileira” (24,6 MW contratados, ao custo de R\$ 396 milhões).	2011	Concluído em 2016, com a entrada do último sistema contratado.
Desconto na TUST/TUSD	A Resolução Normativa ANEEL Nº 481/2012, ampliou para 80% o desconto na Tarifa de Uso do Sistema de Transmissão (TUST) e na Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição (TUSD) para empreendimentos com potência inferior a 30 MW.	2012	Até a presente data.
Plano Inova Energia	Fundo de R\$ 3 bilhões, criado em 2013, pelo BNDES, Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP) e ANEEL, com foco na empresa privada e com o objetivo de pesquisa e inovação tecnológica nas áreas de: redes inteligentes de energia elétrica, linhas de transmissão de longa distância em alta tensão; energias alternativas, como a solar; e eficiência de veículos elétricos.	2013	Finalizado com a utilização dos recursos disponibilizados.
Redução do Imposto de Importação	A Resolução da Câmara de Comércio Exterior (CAMEX) Nº 64, de 22/08/2015, reduz de 14% para 2%, a alíquota incidente sobre bens de capital destinados à produção de equipamentos de geração solar fotovoltaica, vigente até 31/12/2016.	2015	Até 31/12/2016.
Iisenção de ICMS, PIS e Cofins na Geração Distribuída	Os convênios ICMS 16, 44 e 52, 130 e 157, de 2015, do Conselho Nacional de Política Fazendária (CONFAZ), firmados por vários Estados, isentam o Imposto Sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS) sobre a energia que o consumidor gerar. O tributo se aplica apenas sobre o excedente que ele consumir da rede, e para instalações inferiores a 1 MW. O mesmo vale para Programas de Integração Social (PIS) e Contribuição para Financiamento da Seguridade Social (COFINS) (Lei 13.169, de 6/10/2015).	2015	Até a presente data.
Inclusão no programa “Mais Alimentos”	A partir de novembro de 2015, os equipamentos para produção de energia solar e eólica passaram a fazer parte do programa “Mais Alimentos”, o que possibilita financiamentos a juros mais baixos.	2015	Até a presente data.
Apoio BNDES:	Pela Lei 13.203, de 8/12/2015, o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social, foi autorizado a financiar, com taxas diferenciadas, os projetos de geração distribuída em hospitais e escolas públicas.	2015	Finalizado com a utilização dos recursos disponibilizados.

ProGD	O Ministério de Minas e Energia lançou, em 15/12/2015, o Programa de Desenvolvimento da Geração Distribuída de Energia Elétrica (ProGD), com o objetivo de aprofundar as ações de estímulo à geração de energia pelos próprios consumidores (residencial, comercial, indústria e agropecuária), com base em fontes renováveis, em especial, a solar fotovoltaica.	2015	Até a presente data.
Linhas de Crédito dedicadas a investimento em GD FV por parte de bancos como BB, Caixa, BNB, Santander, etc.	A partir de 2016 diversos bancos públicos e privados passaram a criar linhas de financiamento especial para implantação de sistemas de GD FV, que vão desde p FNE Sol (Fundo Constitucional de Financiamento do Nordeste) do Banco do Nordeste à linha da Solfácil, que é a primeira fintech brasileira voltada especificamente para financiamentos de energia solar e que financia 100% do valor do projeto, com uma plataforma totalmente digital, sem a necessidade de ir ao banco. No total, estima-se que sejam oferecidas mais de 60 linhas de financiamentos para projetos solares fotovoltaicos no Brasil, cada uma delas adequada a um perfil de cliente ou empreendimento.	2016	Até a presente data.

Fonte: Elaboração própria, com dados do MME (BRASIL, 2017d) e Canal Solar (2020)

Percebe-se que a Chamada Pública indicada trata de um projeto de pesquisa e desenvolvimento (P&D) específico e pontual da ANEEL e que as linhas especiais de financiamento públicas para a energia solar indicadas nos itens “Apoio BNDES” e “Plano Inova Energia” são bastante específicas em suas hipóteses, a saber: a) geração distribuída em hospitais e escolas públicas no primeiro caso; e b) pesquisa e inovação tecnológica nas áreas de redes inteligentes de energia elétrica, linhas de transmissão de longa distância em alta tensão; energias alternativas; e eficiência de veículos elétricos, no segundo.

A seu turno, as linhas de financiamento abertas ao público em geral e capazes de contemplar os projetos comuns de GD FV começaram a ser implementadas a partir de 2016 e ganharam força nos anos sucessivos, entretanto, ainda atendem uma parcela reduzida na população, sobretudo aqueles com boas condições financeiras. Não por outro motivo, o financiamento também é apontado como um dos grandes obstáculos à disseminação da fonte solar na modalidade de GD por diversos autores (CNI, 2017, p. 116; VAZQUEZ, HALLACK, 2018).

Por outro lado, verifica-se que grande parte do fluxo financeiro de subsídios governamentais brasileiros ainda é destinado a financiar fontes fósseis, apesar de sua redução considerável nos últimos anos (GEDDES *et al.* 2020). Conforme informações colhidas do estudo *Doubling back and doubling down: G20 scorecard on fossil fuel funding* (GEDDES *et al.* 2020) e detalhadas no Apêndice Q, no período 2017/2019 foram destinados US\$ 27 Bilhões

de subsídios às fontes fósseis, o que representa uma redução de 42% no período, se comprado com 2014-2016, quando foram destinados US\$ 46 Bilhões a tal fim.

No setor elétrico, no ano de 2019, apenas a Conta de Consumo de Combustíveis - CCC consumiu R\$6,31 bilhões de reais da Conta de Desenvolvimento Energético – CDE e para 2020 o valor previsto era de R\$7,49 bilhões. Se somarmos os gastos realizados com a CCC apenas entre dos dois últimos anos, estes superam R\$13,8 bilhões de reais.

Ademais, para manter as metas estabelecidas no Acordo de Paris, não será possível explorar todas as reservas de gás e petróleo atuais (reservas comprovadas). De fato, a IEA em seu recente sobre neutralidade climática em 2050 (IEA, 2021), indica que tal meta é incompatível com a exploração que novos campos de petróleo e gás já a partir de 2021.

Neste sentido, muito mais importante para o reequilíbrio do setor elétrico do que a reformulação ou redução dos incentivos às hoje chamadas fontes incentivadas (que são renováveis em sua maioria), conforme apontado pela proposta de reforma do setor elétrico (MME, 2017), é a extinção dos subsídios concedidos às fontes fósseis, a exemplo dos custos subsidiados da Conta de Consumo de Combustíveis – CCC e do Custo Total de Geração – CTG, incentivos estes ao consumo de energia de origem fóssil que onera sobremaneira o fundo setorial da Conta de Desenvolvimento Energético (CDE) (DOUKAS *et al.*, 2017), além dos subsídios cruzados indevidos, conforme já detalhado no item 2.2.2.3.

Resta claro, portanto, que o foco dos esforços da reforma setorial deveria estar voltado para a redução dos subsídios aos combustíveis fósseis, a exemplo da Conta de Consumo de Combustíveis – CCC, mediante a fixação de prazos e metas técnicas que viabilizassem a sua completa extinção em um horizonte de médio prazo, permitindo que o fluxo de recursos seja direcionado para as fontes renováveis, em especial a energia solar.

Outro fator de que limita a inserção da GD é a impossibilidade dos consumidores residenciais gerarem excedentes para injeção na rede de distribuição que se justificaria, em parte, em razão da rede não se encontrar preparada, carecendo de vultosos investimentos em sistemas de controle e proteção para viabilizar o recebimento dessa geração e lidar com os fluxos reversos causados pela intermitência da fonte (FARIA JR. *et al.*, 2017).

A construção de um entendimento compartilhado nos órgãos técnicos e políticos do setor para a correta compreensão do problema e desenho de possíveis alternativas e soluções para impulsionar a transição energética brasileira é, portanto, essencial.

Uma transição energética acelerada e desgovernada irá estressar excessivamente os ativos da indústria da energia, maximizando a ocorrência de *stranded assets*²⁵ no setor (BOS, GUPTA, 2019; SEN e VON SCHICKFUS, 2020). No futuro, vários fatores sugerem um aumento nos preços dos combustíveis fósseis (em razão da incorporação das consideradas externalidades, através de um preço sobre as emissões de GEE), além de dificuldades econômicas para atração de recursos na indústria de combustíveis fósseis (HUNT e WEBER, 2019; SEN e VON SCHICKFUS, 2020). A seu turno, as fontes renováveis devem manter a tendência de redução de custos iniciais e baixos custos marginais de operação, além apresentarem maior atratividade em relação a fluxos financeiros (RUSSELL, 2018).

As intervenções do Governo não devem focar apenas na resolução da crise no curto prazo, mas devem buscar propiciar uma transição gerenciada e justa para todos os envolvidos: meio ambiente, setor econômico e sociedade civil, incluindo os trabalhadores mais afetados. A análise de alguns *drivers* atuais do setor, que tendem a se agravar no futuro, já evidenciam dificuldades de curto e médio período, a exemplo do estresse hidrológico, que implicará em limitação de geração e conflitos recorrentes para a garantia dos usos múltiplos da água, em períodos de escassez, além das dificuldades financeiras de diversas empresas de distribuição de energia. Tais fatos prejudicam a garantia do abastecimento e a implementação de soluções de *smart grid*, a exemplo de medidores inteligentes e dispositivos de proteção em relação a fluxos reversos na rede de baixa tensão. Tendências futuras incluirão também regulamentações mais estritas de emissões atmosféricas e inclusão de custos em face a emissão de GEEs, necessidade de investimento para a digitalização e modernização da infraestrutura, além da redução do mercado regulado.

A eleição para o Governo Federal (mandato presidencial 2019-2022) dificultou as mudanças necessárias no meio ambiente e nas questões relacionadas ao clima. Durante sua campanha eleitoral, atual Presidente Jair Bolsonaro sinalizou oposição ao Acordo de Paris, às reduções de GEE, a manutenção de áreas florestais protegidas, além da garantia de integridade do licenciamento ambiental e a redução de subsídios aos combustíveis fósseis. Apesar de assumir o compromisso expressamente a meta de transição para uma economia brasileira neutra

²⁵ Ativos perdidos ou ociosos em uma tradução livre. São ativos que sofreram reduções em sua utilidade de modo imprevisto, em face a uma inovação disruptiva ou de modo prematuro, que implica em desvalorizações significativas ou mesmo em sua conversão em passivos. A conversão de um ativo em passivo pode ser causada por uma variedade de fatores e são um fenômeno inerente à 'destruição criativa' do crescimento econômico, momentos de transição tecnológica e inovação, podendo representar riscos para indivíduos e empresas de determinado segmento, uma vez que podem ter implicações sistêmicas. No caso particular da transição energética, acredita-se que diversos ativos fósseis não poderão ser utilizados até o final da sua vida útil, em razão da necessidade de redução das emissões de GEE, de modo que o investimento realizado nestes ativos não será recuperado ao longo de sua operação.

em carbono em 2050, na Cúpula do Clima de 2021 (CHADE, 2021), a política de desmonte das instituições de controle do Governo Federal segue, assim como a tendência de alta do desmatamento no bioma amazônico (INPE, 2021).

O Brasil precisará reverter sua tendência atual de enfraquecimento da política climática para contribuir com um pico global de emissões seguido de uma queda acentuada nas próximas décadas, conforme exigido pelo Acordo de Paris (IPCC, 2018, IEA, 2021).

Além disso, políticas de apoio a mecanismos do mercado de energia, como leilões de reservas de energia, que fornecem reserva de energia artificialmente (por meio da contratação de novas usinas) ao invés de recalcular a certificação das antigas (garantia física), amortecem e distorcem os sinais do mercado, e então afetam negativamente os custos de energia. Esses subsídios são o exemplo mais evidente de muitos impostos e tarifas disfuncionais no setor que sofre com subsídios cruzados, incontáveis tarifas pendentes e soluções improvisadas.

O financiamento público por meio de taxas preferenciais para empréstimos para combustíveis fósseis ou o atraso ou falta de aplicação de políticas (como água, ar e uso do solo e regulamentos de proteção) deve ser equacionado o mais rapidamente possível. Continuar na tendência atual aumentará os custos em termos de capital econômico e natural, mas também em vidas humanas e extinção de espécies (ROCKSTRÖM *et al.* 2009, 2017; IPCC, 2018, IEA, 2021).

Como parte de um diálogo contínuo, os formuladores de políticas devem considerar políticas complementares que possam garantir a redução do uso de combustíveis fósseis e um aumento de boas práticas de economia circular e comportamentos ecológicos. Um elemento-chave é a sociedade civil por meio de trabalhadores setoriais e ação comunitária. Isso pode incluir esquemas gerais de emprego, medidas de proteção social direcionadas, treinamento de relocação e mecanismos especiais de financiamento.

É importante, entretanto, que tais medidas não sejam regressivas, pesando sobre os mais pobres da sociedade, mas sim progressistas, promovendo a mobilidade social e aliviando situações de pobreza. Um bom exemplo pode ser taxar as emissões de combustíveis fósseis e subsidiar as ações com fontes renováveis modernas que reduzam o uso da conta CCC, ou aumentar as taxas sobre combustível para aviões e investir em transporte público elétrico nas cidades, como ônibus, carros compartilhados e bicicletas elétricas, além de tentar reduzir o consumo final, usar tarifas de bens e serviços públicos de massa, entre outras.

As soluções podem ser encontradas sustentando e fortalecendo a implementação de políticas no setor elétrico, revertendo as etapas atuais para financiar e expandir as fontes de

energia de combustíveis fósseis, a fim de acelerar a adaptação à mudança no clima, a mitigação e as ações contra a pobreza energética.

Considerando as interações dos ODS (perspectivas positivas e negativas), a construção de um futuro sustentável para o setor elétrico passa pela promulgação e aplicação de uma política eficaz e racional. Abrir os mercados de energia, incentivando soluções eficientes e inteligentes, garantindo o abastecimento e reduzindo as desigualdades sociais, é um caminho possível a seguir. No entanto, é improvável que as metas sejam alcançadas sem o forte engajamento de políticos, cidadãos e sociedade civil. Arranjos legais, como comunidades locais de energia, podem aumentar a participação popular.

As possibilidades de evolução do setor elétrico brasileiro são múltiplas, mas a rápida implementação em uma abordagem dupla (um processo de cima para baixo, *top down*, e de baixo para cima, *bottom up*) poderia acelerar alguns esforços e sinergias e até mesmo reduzir significativamente situações de pobreza energética. Tal perspectiva, entretanto, necessita de adequação nas instituições, sistema e mercados para tornar a energia ecologicamente correta obrigatória e útil.

Apesar do interesse de *stakeholders* relevantes na arena nacional e internacional, alcançar bons termos na transição energética será um grande desafio. Agências de assistência técnica internacional como a Agência Internacional para as Energias Renováveis/International Renewable Energy Agency - IRENA e Agência Internacional de Energia/ International Energy Agency - IEA são indispensáveis, mas toda a sociedade civil tem que se mover ainda mais rápido para pressionar os políticos nacionais e locais a fazer seu trabalho no melhor interesse do país, da cidade e do planeta Terra.

A construção de um novo paradigma elétrico, descentralizado, flexível, mais sustentável e eficiente é viável e desejável. A digitalização, com o uso de *big data*²⁶ e *blockchain*²⁷

²⁶ O termo “big data” se popularizou a partir de 2005, sendo utilizado para denominar uma quantidade crescente de dados gerados de modo não estruturado. O termo, portanto, abrange dados agregados em grande volume, variedade e velocidade, que formam conjuntos grandes demais para serem analisados por sistemas e processos tradicionais. A terminologia pode ser traduzida como “grandes dados” ou “megadados” em uma tradução livre, entretanto o termo em inglês é amplamente difundido e utilizado em todos os idiomas.

²⁷ O termo “blockchain” denomina uma tecnologia baseada em registros e dados distribuídos codificados e compartilhados que têm a função de criar um protocolo de validação descentralizado. Constitui-se em um índice global que registra todas as transações que ocorrem em um determinado mercado/produto, através de um registro que não pode ser modificado, mas apenas acrescido, funcionando, portanto, como um livro-razão, só que de forma pública, compartilhada e universal, que cria consenso e confiança na comunicação direta entre as partes, sem necessidade do intermédio de terceiros, através do protocolo de validação. A terminologia pode ser traduzida como “corrente de blocos” em uma tradução literal. Em português, pode ser traduzido como “protocolo da confiança”, entretanto, o termo em inglês é amplamente difundido e utilizado em todos os idiomas.

permitirão que os técnicos do setor trabalhem com conjuntos de dados em tempo real sem precedentes, permitindo soluções autônomas e otimizadas na operação da rede elétrica.

As principais políticas e esforços de pesquisa em sistemas de energia inovadores a nível mundial são direcionados para a consecução da transição energética em resposta às mudanças climáticas, permitindo a construção de uma matriz econômica neutra em carbono até 2050. Ações e políticas nesta direção certamente criarão grandes oportunidades de colaboração e desenvolvimento para os países no cenário internacional. O Brasil precisa aproveitar as vantagens comparativas que possui, em razão de seu robusto SIN, sua matriz com alta participação de renováveis e imenso potencial de expansão, para colocar em pauta um caminho consistente para alcançar as metas do Acordo de Paris e da Agenda 2030.

Como detalhando ao longo do capítulo, a possibilidade de contratação da GD diretamente pelas distribuidoras no Brasil foi instituída em 2004 pelo art. 15, Decreto 5.163/2004, no entanto, a GD foi incorporada à rede elétrica brasileira quase que exclusivamente por meio do regime de compensação, iniciado em 2012, pela Resolução ANEEL 482/2012 (LACCHINI, RÜTHER, 2015; CUNHA *et al.*, 2018; LUNA *et al.*, 2019; BRASIL, 2020b; DE ANDRADE *et al.*, 2020). O problema é que o esquema de compensação estabelecido não privilegia o autoconsumo direto de eletricidade, na medida em que permite uma compensação pelo valor integral em momento posterior e a geração remota, valendo-se da flexibilidade proporcionada pelo SIN para atender à oferta e à demanda (EL HAGE e RUFÍN, 2016; CUNHA *et al.*, 2018, LUNA, *et al.*, 2019).

Portanto, as propostas em debate não buscam uma solução capaz de superar as principais criticidades do sistema de compensação, limitando-se a discutir a ampliação ou redução do seu tempo de aplicação em favor dos adotantes e componentes tarifárias passíveis ou não de compensação. As diferentes posições existentes no debate, conforme demonstrado, gravitam entre polos extremos, que buscam a manutenção dos privilégios e subsídios cruzados ou uma alternativa de compensação que, se aplicada, irá inviabilizar o mercado de GD, na medida em que implica em tempo de retorno para o investimento sem nenhuma atratividade real.

Percebe-se, portanto, que é necessário encontrar uma rota alternativa, que consiga conciliar a manutenção do investimentos no setor e, conseqüentemente, da expansão da GD FV na matrix brasileira, mas que ao mesmo tempo seja benéfica para o sistema e não seja sustentada por um subsídio cruzado injusto e deletério para o seu conjunto. Esta, portanto, se constitui na principal lacuna científica que o presente trabalho buscará afrontar com as propostas apresentadas nos itens 4.4.4 e 4.4.5.

2.3 GERAÇÃO LOCAL DE ENERGIA RENOVÁVEL COMO CAMINHO PARA UMA SOCIEDADE DE BAIXO CARBONO

A eletricidade é insumo produtivo fundamental das economias modernas e alicerce dos serviços que propiciam bem estar da sociedade. O fornecimento seguro de eletricidade é, portanto, indispensável às atividades econômicas e à garantia de uma vida digna aos cidadãos.

O setor elétrico, símbolo da modernidade do século XX, está passando por mudanças profundas, no processo que é denominado de transição energética e é caracterizado pela descarbonização da economia em resposta ao aquecimento global decorrente das alterações climáticas. Esta transição, a mais fundamental desde a criação do setor, é calcada no rápido crescimento de fontes renováveis variáveis na matriz, digitalização dos controles e fluxos, expandindo a superfície a ataques cibernéticos e as respostas necessárias à garantia do abastecimento, em decorrência de eventos climáticos mais extremos. Para implementar a transição energética de forma justa e eficaz, governos, indústrias e sociedade precisarão melhorar suas estruturas, modelos de negócios e ações, para garantir a segurança energética por meio de políticas e regulamentações, que façam florescer novos mercados, tecnologias, projetos e comportamentos virtuosos.

A transição energética, entretanto, pode ser alcançada pela adoção e implementação de tecnologias já disponíveis comercialmente, que melhoram a eficiência técnica/econômica, acessibilidade e confiabilidade dos sistemas de energia, redefinindo e recuperando a participação dos cidadãos no planejamento e formulação de políticas de energia, reestruturando democraticamente as instituições e aumentando a transparência, responsabilidade e confiança.

2.3.1 Transição energética para uma sociedade ecológica de baixo carbono

A humanidade encontra-se na era do antropoceno (ARTAXO, 2014; TADDEI, 2014), do “*full-world economics*”²⁸ (DALY, 1990, 1992), período que se caracteriza pelo papel

²⁸ Segundo Herman Daly, os pressupostos fundadores da teoria econômica neoclássica são desenvolvidos no “mundo vazio” (*empty world*), no qual a abertura de novos mercados e o crescimento econômico são sempre possíveis, através das lógicas do Mercado (demanda e oferta) e da possibilidade de expansão do sistema. O conceito do *full-world economics* (“*economia do mundo cheio*”) indica que existem limites ao crescimento e a abertura de novos mercados, em razão da saturação do sistema, de modo que a teoria econômica neoclássica leva em consideração que a carga agregada da espécie humana está alcançando - ou, em alguns casos, excedendo - os limites da natureza nos níveis local, regional e planetário. Daly sugere, portanto, realizar a transição em direção a uma economia estável focada no desenvolvimento qualitativo, em oposição ao crescimento quantitativo, e na interdependência da economia humana e da ecossfera global.

determinante da influência da espécie humana sobre a natureza a nível mundial. Uma crise ecológica de grandes proporções encontra-se em andamento e a ameaça a vida na Terra como a conhecemos é concreta, na medida que nos aproximamos cada vez mais de pontos de não retorno nos ecossistemas (ROCKSTRÖM *et al.* 2009, 2017; IPCC, 2018).

A prevenção dessa catástrofe socioambiental requer uma cooperação estreita entre todos os níveis de governo e da sociedade civil, nacional e internacionalmente. Se a humanidade deseja limitar o aquecimento global a 1,5°C e evitar as piores consequências da crise climática, deve realizar um esforço sem precedentes para reduzir rapidamente as emissões de GEE, para alcançar a neutralidade de emissões até 2050 (IPCC, 2018; MICHAELOWA *et al.*, 2018). Para alcançar tal meta, os setores elétricos deverão se tornar carbono neutro entre 2030 e 2040, sustentando a descarbonização da economia em outros âmbitos a partir da eletrificação dos usos finais, a exemplo dos transportes e calefação (DAVIS *et al.*, 2018; MILLOT, KROOK-RIEKKOLA e MAĪZI, 2020).

A construção de um cenário que limite o aquecimento global a abaixo de 2°C exige a completa dissociação entre geração de eletricidade e emissão de GEE, principalmente no que diz respeito à expansão da capacidade de geração (IEA, 2016; IPCC, 2018). As usinas que serão instaladas a partir de agora estarão em atividade por pelo menos duas décadas e, independente da fonte, suas emissões se acumularão na atmosfera pelo próximo século (IPCC, 2018).

O clima global em 2030 já está definido pelas emissões produzidas até agora (IEA, 2016; IPCC, 2018), resta saber o que pode ser feito ao longo da próxima década, para manter as metas do Acordo de Paris ainda viáveis e preservar as gerações futuras de um mundo com um clima hostil. Iniciar as ações de mitigação e adaptação a eventos extremos o mais rápido possível é, portanto, também um imperativo (IPCC, 2018; IEA, 2021).

A geração e o consumo de energia (eletricidade, calor e refrigeração) são responsáveis por 49% da emissão de GEEs globalmente (IEA, 2018). Os GEEs relacionado com a energia global aumentou 1,9% em 2018 e atingiu um máximo histórico de 37,9 gigatoneladas (Gt) (CRIPPA *et al.*, 2019).

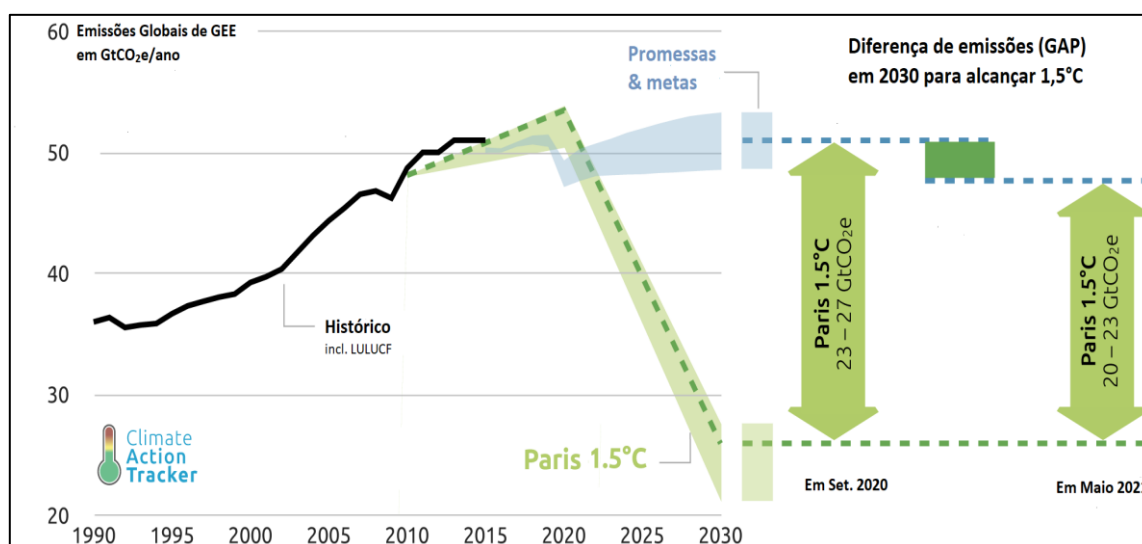
Do Relatório de Síntese do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (*Intergovernmental Panel on Climate Change - IPCC*) (IPCC, 2018) fica claro que:

(...) temos os meios para limitar as mudanças climáticas e seus riscos, com muitas soluções que permitem a continuidade do desenvolvimento econômico e humano. No entanto, estabilizar o aumento da temperatura abaixo de 2°C em relação aos níveis pré-industriais exigirá uma saída urgente e fundamental dos negócios usuais. Além disso, quanto mais esperarmos para agir, mais custará

e maiores serão os desafios tecnológicos, econômicos, sociais e institucionais que enfrentaremos²⁹ (IPCC, 2014).

A distância entre as políticas atuais, quanto deve ser feito para atingir totalmente as metas iniciais de Paris e o esforço necessário para manter o aumento da temperatura global média entre + 1,5°C e + 2°C podem ser visualizados na Figura 17, que relaciona a quantidade de emissões em GtCO₂e por ano, ao longo do tempo, com as previsões para 2030, indicando a diferença existente entre a tendência atual e o esforço para alcançar uma trajetória compatível com as metas fixadas (CAT, 2021).

Figura 17 – Diferença entre as emissões globais de CO₂ projetadas e as trajetórias compatíveis com os objetivos do Acordo de Paris de 1,5°C



Fonte: Adaptado de *Carbon Action Tracker*, CAT (2021).

De acordo com o relatório, a diferença entre as emissões projetadas e reais já ultrapassa 5 GtCO₂e. Além disso, mesmo com os novos compromissos indicados na Cúpula do Clima em maio de 2021, que reduzem a lacuna em 2030 em cerca de 2,6 - 3,9 GtCO₂ ou 11 - 14%. Entretanto, sem novos compromissos e, principalmente ações concretas, ainda se estima que o *gap* deva atingir entre 6 e 8 GtCO₂e em 2025 e entre 20 e 23 GtCO₂e in 2030, como pode ser visto na parte inferior direita da Figura 17 (CAT, 2021).

²⁹ (...) we have the means to limit climate change and its risks, with many solutions that allow for continued economic and human development. However, stabilizing temperature increase to below 2°C relative to pre-industrial levels will require an urgent and fundamental departure from business as usual. Moreover, the longer we wait to take action, the more it will cost and the greater the technological, economic, social and institutional challenges we will face (IPCC, 2014)

Apesar da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima (*United Nations Framework Convention on Climate Change - UNFCCC*) e os relatórios do IPCC remontarem a década de 1990, a urgência de atuar na crise do clima só foi efetivamente reconhecida e declarada de modo unívoco no cenário internacional por meio do Acordo de Paris, assinado em 2015, sendo este o marco mais importante na questão do clima até o momento (UNFCCC, 2015, DIMITROV, 2016).

No entanto, os compromissos do Acordo de Paris para reduzir as emissões GEEs apesar de juridicamente vinculantes sob o direito internacional, não possuem consequências jurídicas diretas ou penalidades que possam reforçar o cumprimento de suas metas em caso de inadimplências ou cancelamentos por parte dos países inscritos (UNFCCC, 2015, DIMITROV, 2016). Além disso, relatórios do *Climate Action Tracker* (CAT) (CAT, 2020b, 2021) e do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, 2018) afirmam que as reduções de GEE estabelecidas por cada país até agora (chamadas de Contribuições Nacionalmente Determinadas - NDCs), mesmo integralmente cumpridas, não são suficientes para manter uma trajetória capaz de atingir os objetivos do acordo (IPCC, 2018; UNEP, 2019; CAT, 2020a, 2020b, 2021).

A Tabela 15 apresenta uma classificação dos principais países, de acordo com os compromissos vinculados ao Acordo de Paris, indicando as emissões e destacando as dez maiores emissões a nível mundial.

Tabela 15 - Classificação dos países com base em promessas e metas relacionadas ao Acordo de Paris sobre Mudanças Climáticas e emissões anuais de GEE sem contribuições do Uso da Terra, Mudança do Uso da Terra e Florestas (LULUCF), destacando os 10 maiores emissores

Modelo Ideal	Compatível com 1.5°C		Insuficiente <3°C		Muito Insuficiente <4°C		Extremamente Insuficiente (+4°C)	
	Países	Emissões Anuais de GEE em MtCO ₂ e/a	Países	Emissões Anuais de GEE em MtCO ₂ e/a	Países	Emissões Anuais de GEE em MtCO ₂ e/a	Países	Emissões Anuais de GEE em MtCO ₂ e/a
Nenhum	Marocos	87.5 (2016)	Austrália	558 (2018)	China	13442 (2018)	Argentina	366 (2019)
	Gambia	2.4 (2016)	Brasil	1013 (2018)	Hungria	63 (2018)	Russia	2220 (2018)
	Compatível com 2.0°C		Canadá	729 (2018)	Indonésia	856 (2016)	Arabia Saudita	737 (2019)
			Chile	112 (2016)	Japão	1238 (2018)	Turquia	521 (2018)
	Butão	3.6 (2019)	União Europeia	4226 (2018)	Polónia	412 (2018)	EUA	6677 (2018)
	Costa Rica	14.5 (2016)	Italia	427 (2018)	Singapura	59.9 (2017)	Ucrânia	339 (2018)
	Dinamarca	49.6 (2018)	Alemanha	858 (2018)	Africa do Sul	556 (2017)	Vietnã	325 (2014)
	Etiópia	127 (2017)	Casaquistão	353 (2017)	Coréia do Sul	714 (2017)		
	Índia	2993 (2018)	México	699 (2016)	UAE	202 (2014)		
	Kenia	63.5 (2016)	Nova Zelandia	78.9 (2018)				
	Filipinas	177 (2015)	Noruega	52 (2018)				
	Suécia	51.7 (2018)	Espanha	231 (2018)				
			Suíça	47.2 (2017)				

Fonte: Elaboração própria, com base na classificação de *Carbon Action Tracker* (CAT, 2020b) e Nações Unidas, através dos dados da Convenção-Quadro sobre Mudanças Climáticas (UNFCCC, 2021).

Do cotejo entre a Figura 1, a Figura 17 e a Tabela 15, percebe-se que o conjunto de NDCs adotados pelos países no âmbito do Acordo de Paris para o período de 2020 e 2030 não representa uma trajetória consistente com o objetivo de limitar as mudanças climáticas, bem como quais países atualmente contribuem mais para as emissões de GEE, figurando o Brasil entre eles, (IPCC, 2018, CAT, 2020a). Cientes disso, Cortekar e Groth (2015) já alertam que as ações de adaptação aos impactos das mudanças climáticas devem ganhar cada vez mais relevância devido à baixa probabilidade de reversão da tendência de aumento da temperatura.

Os Estados, na arena internacional, não estão promovendo a transição para uma sociedade de baixo carbono na velocidade necessária (IPCC, 2018, CAT, 2020a, 2020b) e, apesar do Acordo de Paris, os negócios seguiam o *business as usual*³⁰ até a pandemia de SARS-CoV-2. No entanto, a possibilidade de um colapso ambiental irreversível finalmente tem sido espelhado na grande mídia, com a cobertura de eventos climáticos extremos no dia a dia (THE GUARDIAN, 2019a, 2019b, 2019c, 2019d).

Na arena civil, cientistas e movimentos populares, como *Extinction Rebellion*³¹ no Reino Unido (UK) ou o movimento *Fridays for Future*³² inspirado por Greta Thunberg, estão adotando ações legais concretas nas jurisdições nacionais (VIGLIONE, 2020), pedindo a responsabilização civil e penal dos grandes emissores e da classe política (THE GUARDIAN, 2019c; UNEP, 2019; BURCK *et al.* 2020; VIGLIONE, 2020).

Como resultado, fundos de investimento, empresas, autoridades locais e países estão começando a planejar medidas para impulsionar a transição energética e definir metas de neutralidade de carbono em seu portfólio, atividades econômicas, jurisdição, setor elétrico ou mesmo em suas economias nacionais (GRIFFITHS e MILLS, 2016; ELKERBOUT *et al.*, 2020; WEF, 2020). A União Europeia, em particular, está planejando se tornar o primeiro continente neutro em carbono em 2050 (EU, 2018a, b; LEAL-ARCAS, RIOS, AKONDO, 2019; ELKERBOUT *et al.*, 2020; WEF, 2020).

Se a pandemia do SARS-CoV-2 roubou a atenção e manchetes em 2020, ela também lançou a possibilidade de forjar uma experiência mundial compartilhada e o sentido de urgência

³⁰ “negócios como de costume” em uma tradução literal, “*business as usual*” é uma expressão consagrada na literatura, que é utilizada para indicar que algo está funcionando ou continuando funcionando da maneira normal/usual, seguindo a tendência histórica.

³¹ Extinction Rebellion, cuja tradução livre seria “rebelião da extinção”, é um movimento ambientalista global com o objetivo declarado de usar a desobediência civil não violenta para compelir a ação governamental para evitar pontos de inflexão no sistema climático, perda de biodiversidade e o risco de danos sociais e ecológicos colapso, tendo sido estabelecido oficialmente por primeira vez em Maio de 2018 no Reino Unido.

³² Fridays For Future, cuja tradução literal seria “sextas pelo futuro” é um movimento ambientalista que começou em agosto de 2018, depois que Greta Thunberg, com então 15 anos, e outros jovens ativistas se sentaram em frente ao parlamento sueco todos os dias de escola durante três semanas, para protestar contra a falta de ação na crise climática.

e necessidade capaz de acelerar a implementação do *Green Deal*³³ por meio de pacotes de recuperação pós-pandemia, principalmente, promovendo infraestrutura *green* e *retrofits* energéticos que impulsionem a transição ecológica nos sistemas econômicos (THE GUARDIAN, 2019a, 2019b; ELKERBOUT *et al.*, 2020; HAZBOUN *et al.*, 2020; WEF, 2020). Os pacotes de recuperação constituem uma oportunidade única para mudar a urbanização futura para um caminho mais ambientalmente sustentável e socialmente justo, que é sintetizado nas iniciativas de *build back better and greener*³⁴, que têm ganhado momento ao redor do globo.

O consumo de energia das cidades representa 66% do uso final global (REN21, 2019) e 70% das emissões de GEE relacionadas à energia (REN21, 2019). Tal valor deve aumentar em 20% até a metade do século devido à urbanização de novas áreas, visto que a população urbana deverá crescer dos atuais 55% para 70% até 2050 (REN21, 2019; IRENA, 2020), com um aumento na população total de 7,7 para 9,5 bilhões pessoas (IRENA, 2020).

O peso da demanda de energia de nossas cidades e suas emissões de GEE, portanto, exigem uma nova abordagem, capaz de construir uma sociedade urbana local de baixo carbono, eficiente em recursos e inclusiva em todo o mundo. Faz-se necessária uma transição de modelo de desenvolvimento para um que seja mais ecológico e socialmente justo (SOVACOOOL, 2016; DAVIS *et al.*, 2018; GUI, MACGILL, 2018; LEAL FILHO *et al.*, 2019; REN21, 2019; IRENA, 2020; WEF, 2020).

Apesar de países não democráticos como China e Marrocos terem demonstrado capacidade de implantar rapidamente quantidades relevantes de geração de energia renovável (ER) em um curto período de tempo, e estes sejam passos importantes para a transição energética para uma sociedade de baixo carbono, conforme destacam Yuan, Zuo e Huisingh (2015) e Hanger *et al.* (2016), tais resultados não decorrem do aumento da participação dos cidadãos, mudanças no comportamento da sociedade, nem da promoção da consciência sobre as questões climáticas e ambientais entre suas populações. Tais ações, portanto, são relevantes para reduzir as emissões de GEE, mas falham em promover uma transição justa e inclusiva

³³ *Green Deal* também chamado de *Green New Deal* (em português, Acordo Verde ou Novo Acordo Verde) constitui-se em uma série de propostas econômicas apresentadas nos EUA e na Europa para ajudar a combater as alterações climáticas e as desigualdades econômica e sociais, promovendo crescimento fundado em desenvolvimento sustentável. O seu nome faz referência ao New Deal, conjunto de programas econômicos aplicados pelo Presidente dos Estados Unidos Franklin D. Roosevelt para combater a Grande Depressão de 1929. O *Green Deal* combina a abordagem econômica de Roosevelt com ideias modernas, para promover a energia renovável, economia circular e o uso eficiente dos recursos, visando construir uma economia sustentável, alinhada com os objetivos da Agenda 2030 e do Acordo de Paris.

³⁴ *Build back better and greener* (“reconstruir melhor e mais verde” em uma tradução livre) é uma expressão adotada na arena política internacional para indicar como deve ser orientada a recuperação econômica do pós-pandemia do SARS-CoV-2, sendo vinculada, portanto, com o conceito do *Green Deal*.

devido ao papel limitado do cidadão. Além disso, quando a sociedade não pode criticar ou se envolver nas decisões locais, pode haver uma diminuição percebida na qualidade de vida da população local (DEVINE-WRIGHT *et al.*, 2014; RUSSELL, FIRESTONE, 2021) e também falta de atenção às questões de conservação (HORWICH, LYON, 2007; THAKER, ZAMBRE, BHOSALE, 2018; VOIGT, STRAKA, FRITZE, 2019).

Reduções drásticas nos preços da energia fotovoltaica (FV) e a necessidade de uma nova forma de prestação de serviços auxiliares em uma rede com grande quantidade de geração variável também são outros elementos determinantes (BARBOUR *et al.*, 2018; IRENA, 2019a; BORGHETTI *et al.*, 2020). Além disso, o reforço das redes elétricas por meio da adição de nova capacidade de geração renovável em instalações distribuídas se configura como uma tendência virtuosa que começa a ganhar espaço, embora exija um planejamento setorial mais complexo e coordenado, que inclua as necessidades dos usuários e de investimento na rede, simultaneamente (BORGHETTI *et al.*, 2020, REN21, 2021).

Sem embargo, conforme demonstra recente relatório da REN21 (2021), baseado em 5 casos de estudo ao redor do mundo, os principais *drivers* do processo de planejamento da rede elétrica ainda são calcados na segurança do abastecimento e nos custos da geração de eletricidade, enquanto as metas ambientais e climáticas são consideradas apenas de modo secundário. Entretanto, resta cada vez mais evidente que tais aspectos apresentam maiores custos se considerados no longo prazo, além de desafios significativos à garantia do fornecimento, como eventos extremos recentes nos EUA, Austrália e Brasil, uma vez que a recorrência dos incêndios e das crises hídricas são reflexos das mudanças climáticas e tendem a se agravar (NASEM, 2021, DE JONG *et al.*, 2021).

Por tais motivos, a implementação de sistemas de geração por Comunidades Energéticas Locais (CELs) é vista como um fator capaz de promover uma maior aceitação dos atores locais no caso de turbinas eólicas *onshore* e promover a implantação de sistemas fotovoltaicos (FV) distribuídos de maior porte (DELICADO, FIGUEIREDO, SILVA, 2016; RODDIS *et al.*, 2018), além de promover benefícios ambientais e socioeconômicos à população local. As CELs, portanto, conforme destacado por Devine-Wright (2014), auxiliam na superação do *nimbyismo*³⁵ (*not in my backyard*) entre vizinhos e evitam conflitos, pois permitem arranjos que

³⁵ Nimbyismo deriva do acrônimo em inglês *NIMBY*, que equivale a expressão *Not In My Back Yard* ("não em meu quintal" em tradução livre). É uma expressão utilizada na literatura para descrever a oposição do habitantes de determinada localidade a certos projetos polêmicos ou que possam ser prejudiciais ao entorno, a exemplo da construção de estruturas tais como aeroportos, estradas, turbinas eólicas ou aterro sanitários.

podem beneficiar a comunidade local mais facilmente, em vez de apenas indivíduos específicos ou empresas comerciais.

As CELs também estão alinhadas aos principais vetores da transição energética para uma sociedade de baixo carbono: descarbonização, digitalização, descentralização e democratização (BARBOUR *et al.*, 2018, NOUICER, MEEUS, 2019; REN21, 2019), se apresentando como parte da solução para viabilizar uma revolução verde no setor de energia, capaz de conferir maior resiliência, eficiência e, assim, enfrentar a crise climática, a desigualdade econômica e a injustiça socioambiental no meio urbano (HEALY, BARRY, 2017; SARDI *et al.*, 2017; ACOSTA *et al.*, 2018; BRUMMER, 2018; JENKINS, SOVACOOOL, MCCAULEY, 2018).

2.3.2 A matriz elétrica brasileira no contexto da transição energética

No cenário mundial das mudanças climáticas e transição energética, o Brasil está em posição privilegiada (CNI, 2017, BRASIL 2020a, b, c), pois possui uma matriz elétrica com baixas emissões de GEEs, capacidade de armazenamento hidráulico em reservatórios, grande potencial de geração de energia eólica e solar a ser explorado e um robusto sistema de transmissão que abrange praticamente todo o território (Sistema Interligado Nacional - SIN) (SCHMID, CANCELLA e PEREIRA, 2016; FERREIRA *et al.*, 2016; DE JONG *et al.*, 2017; DRANKA e FERREIRA, 2018).

O Brasil ratificou o Acordo de Paris em setembro de 2016, se comprometendo a reduzir as emissões para 1,3 GtCO₂e até 2025 e 1,2 GtCO₂e até 2030 (CNI, 2017; BID, 2017). Conforme declarado originalmente em sua Contribuição Nacionalmente Determinada Pretendida, tais valores são equivalentes a 37% e 43% abaixo dos níveis de emissões de 2005 (BRASIL, 2017e).

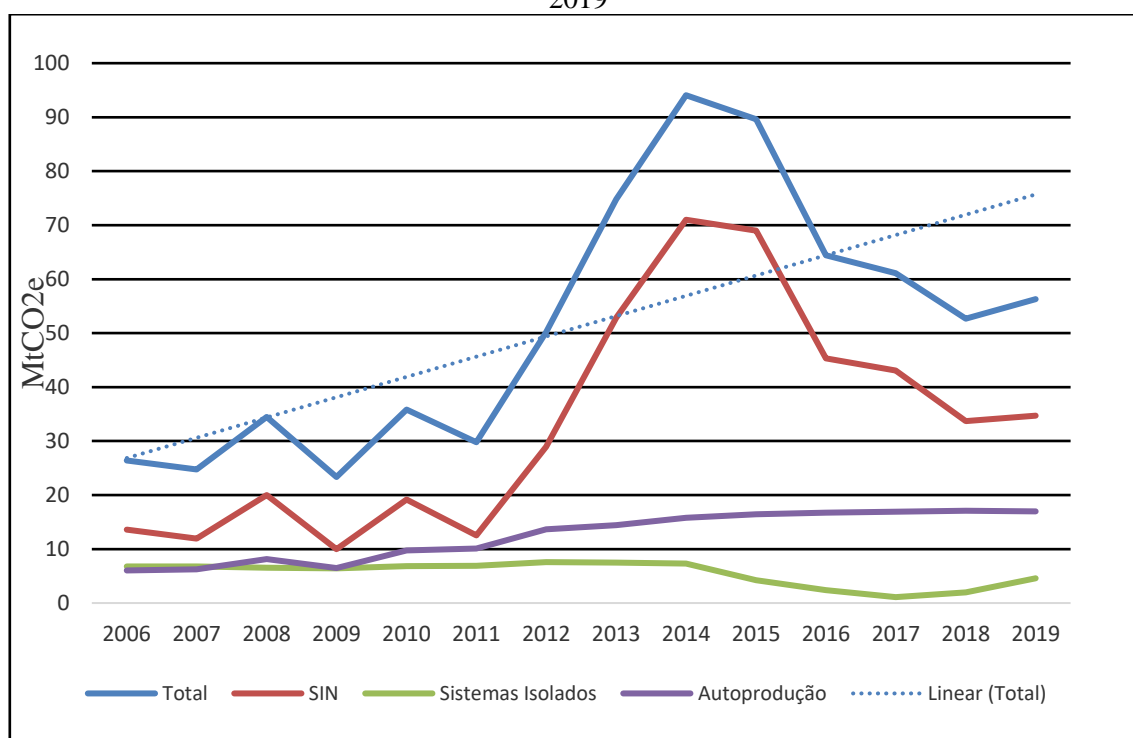
As metas estabelecidas, expressas em seus percentuais, parecem significativas, entretanto, o caminho de emissões *business-as-usual* (BAU) utilizado como referência para a sua fixação assume uma linha de base de altas emissões e uma expectativa de crescimento anual do PIB de 5% após 2010 (BID, 2017; CAT, 2019), que está muito acima das taxas de evolução verificadas (BRASIL, 2020a).

De acordo com estudos recentes (CAT, 2019; BRASIL, 2020a), o Brasil alcançará níveis de emissões de 1.156 MtCO₂e em 2025 e 1.198 MtCO₂e até 2030, excluindo Uso da Terra, Mudança no Uso da Terra e Florestas (LULUCF), cumprindo a NDC proposta. Tais valores, entretanto, representam, respectivamente, um aumento de emissões de 28% e 33% acima dos níveis de 2005 e 97% e 104% acima dos níveis de 1990.

Os principais desafios colocados ao planejamento do Sistema Elétrico Brasileiro (SEB) pelas NDCs e políticas climáticas estão relacionados à expansão da capacidade instalada, a fim de garantir preços acessíveis de energia e a manutenção de uma matriz renovável e confiável para atender a demanda futura, em um ambiente em transformação e suscetível a eventos climáticos extremos.

Ocorre que apesar do imenso potencial de geração renovável, 440 GWp apenas para a energia eólica *onshore*, com um excelente fator de capacidade, capaz de produzir cerca de 1.677 TWh / ano (BRASIL, 2018a), e 307 GWp de energia solar apenas em áreas já antropizadas, com níveis elevados de radiação (6000–6200 Wh / m²), equivalente a uma geração anual estimada de 506 TWh / ano (BRASIL, 2018a), a matriz elétrica brasileira vem aumentando sistematicamente suas emissões de GEE ao longo do tempo (BRASIL, 2020a), conforme mostrado no Gráfico 3.

Gráfico 3 - Evolução das Emissões de Gases de Efeito Estufa da Matriz Elétrica Brasileira, 2006 - 2019

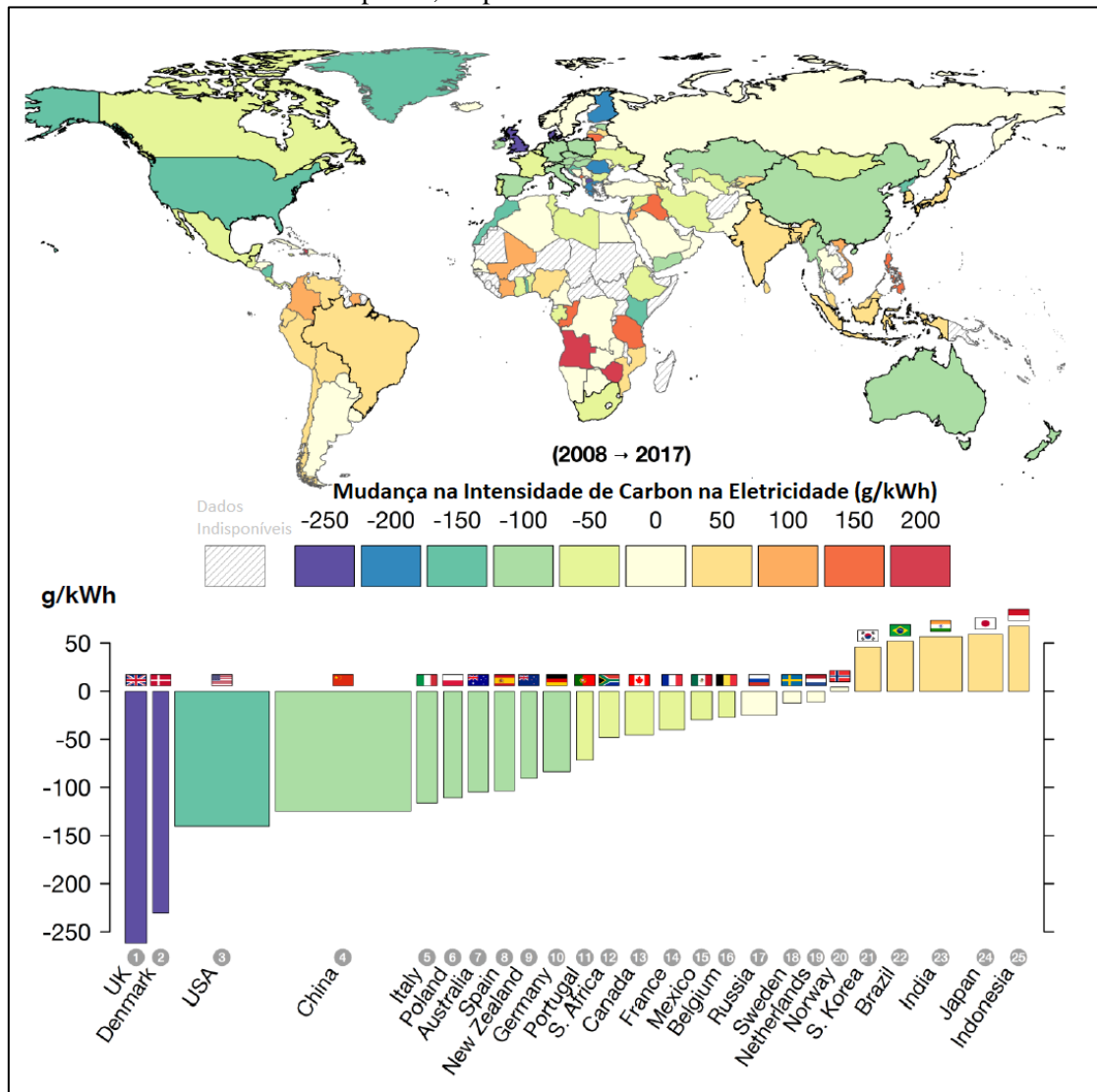


Fonte: Elaboração própria com dados de BRASIL (2020b)

A comparação entre a Figura 18 e a Figura 19, ambas extraídas de Staffell et al. (2018), demonstra como o Brasil está indo contra a tendência mundial e corre o risco de perder ainda mais concorrência em um novo cenário global que impõe um preço ao carbono ou perdas e danos por eventos climáticos (VIGLIONE, 2020). Conforme se observa, países que possuem matrizes elétricas com teor

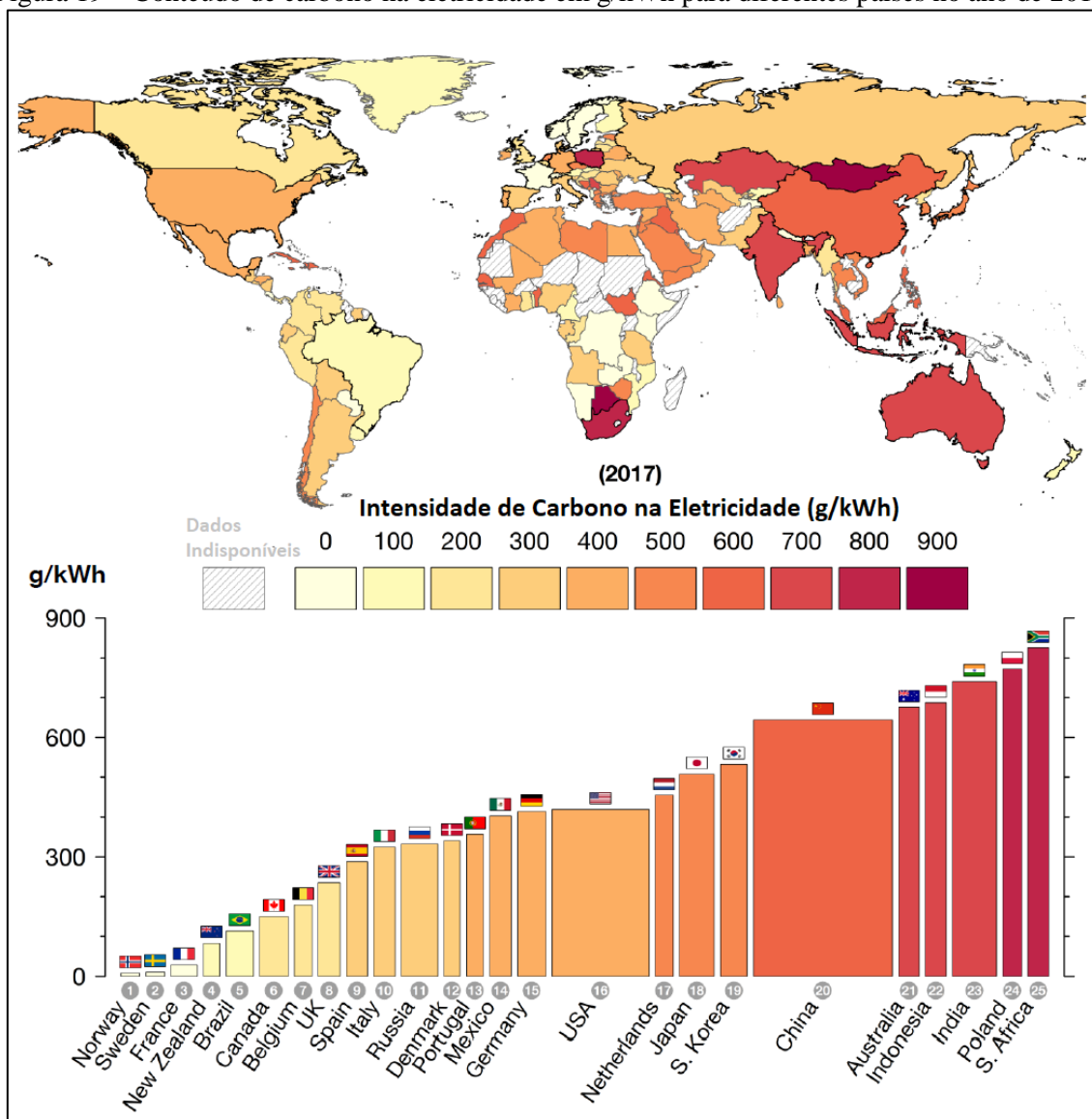
de carbono inferior ao brasileiro, como Suécia, França e Nova Zelândia, estão reduzindo as emissões de GEE ao longo do período analisado (STAFFELL *et al.*, 2018).

Figura 18 – Variação no conteúdo de carbono da eletricidade (g/kWh) na matriz elétrica de diferentes países, no período de 2008 a 2017



Fonte: Staffell *et al.* (2018)

Figura 19 – Conteúdo de carbono na eletricidade em g/kWh para diferentes países no ano de 2017.



Fonte: Staffell *et al.* (2018)

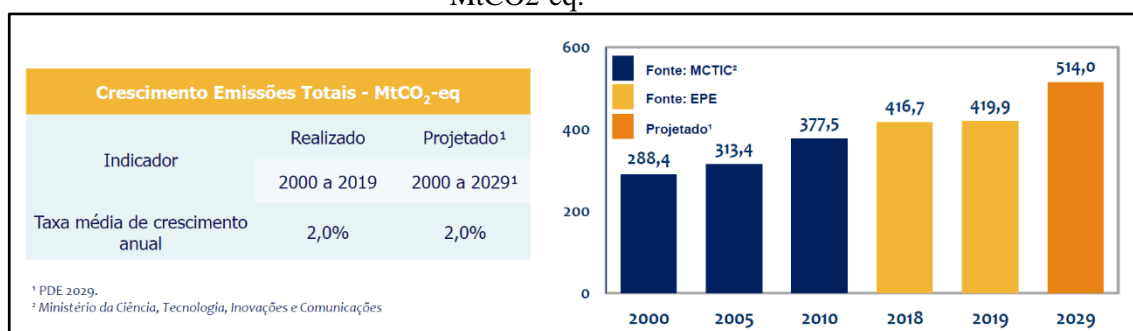
Em 2019, o total de emissões antrópicas associadas à matriz energética brasileira atingiu 419,9 MtCO₂-eq de um total de 1.030 MtCO₂-eq, equivalente, portanto, à 40,7% das emissões nacionais (BRASIL, 2020c, CAT, 2020), sendo o transporte responsável por 45,4% das emissões relacionadas ao uso de energia, equivalendo a 190,5 MtCO₂-eq (BRASIL, 2020c). Entretanto, se considerarmos apenas o Sistema Elétrico Brasileiro – SEB, este não é tão significativo na composição das emissões nacionais de GEE, pois representa tão somente 56,3 MtCO₂-eq no mesmo ano, ou seja, 13,4% (BRASIL, 2020b e 2020c), uma vez que a matriz elétrica brasileira é composta principalmente por renováveis, sendo suas emissões muito abaixo

da média dos países da Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) e dos demais países do BRIC (Rússia, Índia e China).

Nada obstante, fatores como redução do desmatamento ilegal e do *déficit* de energia (baixo consumo per capita da população), além da eletrificação do transporte e consumos finais especiais, associados a uma maior demanda por refrigeração no futuro, devem alterar significativamente tais percentuais (BRASIL, 2020a).

Além disso, conforme se observa na parte esquerda da Figura 20, nos últimos 20 anos se observou um crescimento médio anual de 2% nas emissões da matriz energética e a EPE estima que tal tendência deve se manter até 2029, quando as emissões totais de GEE devem atingir 514 MtCO₂-eq, equivalente a um aumento acumulado no período de 18,3% em relação à 2019.

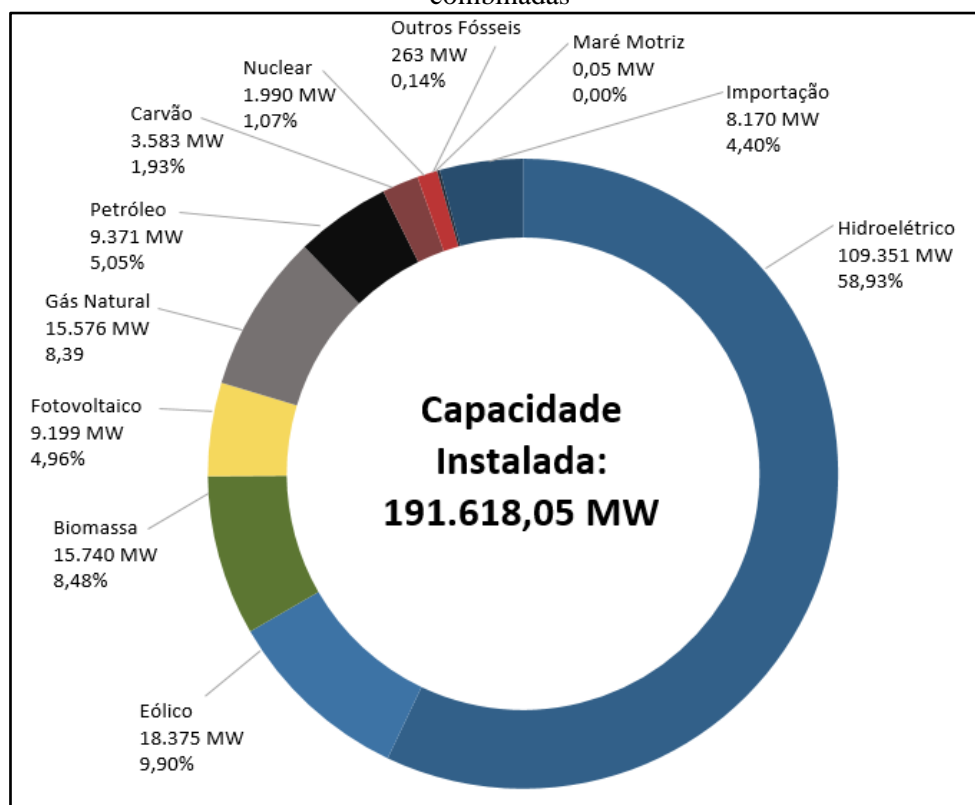
Figura 20 – Evolução das emissões totais antrópicas associadas à matriz energética brasileira em MtCO₂-eq.



Fonte: BRASIL (2020c)

Conforme se observa na Figura 21, no caso da matriz elétrica brasileira, a maior parte da capacidade instalada ainda é hidroelétrica, com uma participação de cerca 65% do total (incluindo as “importações”, que também são hidrelétricas, visto que decorrentes da Usina de Itaipu Binacional).

Figura 21 – Matriz elétrica brasileira com a capacidade instalada centralizada e distribuída combinadas



Fonte: Elaboração própria com dados da ANEEL (2021f)

De acordo com (ANEEL, 2021f), em junho de 2021, a capacidade instalada total da rede elétrica brasileira era de 191.618 MW, sendo: 109.351 MW (58,9%) de usinas hidrelétricas, 46.523 MW (25%) de termelétricas, 18.375 MW (9,9%) de turbinas eólicas e 9.199 MW (4,9%) de solar fotovoltaico.

O setor deverá atender às necessidades de expansão da capacidade instalada de 183 GWp em 2020 para 314 GWp, para atender a demanda anual de 1.159 TWh (BRASIL, 2020b) até 2050. O setor elétrico nacional deve aumentar emissões, conforme observado nos gráficos acima e corroborado por relatórios e declarações do Governo Brasileiro (BRASIL, 2020a).

PDE 2029: (...) o Brasil ainda tem um caminho longo a percorrer para atingir padrões socioeconômicos comparáveis aos de países desenvolvidos. Por esse motivo, o consumo de energia per capita deverá aumentar consideravelmente até 2030. Portanto, não é esperada tendência de redução das emissões brutas do setor de energia. Como mostrado adiante, as emissões do setor serão crescentes, mesmo contando com ampla participação de fontes renováveis. O total de emissões ao longo do horizonte decenal é crescente, refletindo a perspectiva de crescimento econômico do país. Em 2029, as estimativas para a trajetória de referência indicam o montante total de 514 MtCO_{2e} (Tabela 10-2 e Gráfico 10-1). A tendência é de aumento das emissões em todos os setores e a expectativa é

de que a distribuição de emissões por setor não se altere significativamente ao longo do horizonte. (BRASIL, 2020a).

No entanto, o caminho para a meta de 1,5°C de aumento de temperatura até 2100 pressupõe uma descarbonização completa do setor elétrico de todos os países até 2050, indo muito além dos compromissos iniciais assumidos em Paris (NDCs) (IPCC, 2014, 2018; CNI, 2017).

Os relatórios do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, 2014, 2018) e do *Climate Action Tracker* (CAT, 2020a) indicam que o mundo está caminhando em direção a um aumento de 3,4°C na temperatura média global (faixa de + 2,5 ° C a + 4,7 ° C) (IPCC, 2014, 2018; CAT, 2019). O CAT (2020b) também classifica o compromisso do Brasil (NDC) como insuficiente para atingir a meta de Paris e sendo sua atuação fraca, como demonstrado na Tabela 15.

Além disso, cinco anos após o Acordo de Paris sobre mudanças climáticas, o governo brasileiro, por meio do Ministério do Meio Ambiente, ainda não lançou a Estratégia Nacional para a Implementação e Financiamento do NDC do Brasil (BID, 2017). O documento base foi elaborado em 2017 pelo Banco Interamericano de Desenvolvimento e estimou um investimento total de U\$ 116,4 bilhões para atingir a demanda prevista da rede elétrica para 2030 (BID, 2017). Ocorre que na seção de estratégia energética, o documento (BID, 2017) prevê investimentos de U\$ 10,8 bilhões em geração de energia não renovável, sendo U\$5,9 bilhões para gás natural, U\$ 3,7 bilhões para nuclear, U\$ 1,1 bilhão para carvão e U\$ 0,1 bilhão para petróleo, o que é incompatível com uma contribuição real para o objetivo de manter a temperatura global bem abaixo do aquecimento de 2°C.

Resta evidente que o Brasil tem um grande potencial de geração renovável e capacidade de reformular sua proposta de NDC, a fim de implementar uma trajetória que possa reduzir as emissões e efetivamente contribuir para a meta de limitar o aumento de temperatura a 1,5°C. O SEB, como visto, encontra-se em posição privilegiada, e não pode desperdiçar a vantagem comparativa herdada, através da manutenção de uma tendência de aumento de suas emissões, nem negligenciar os riscos de eventos climáticos extremos. Deverá, portanto, incluir em seu planejamento ações que lhe garantam uma maior resiliência, através da garantia de abastecimento mesmo em períodos de hidrologia desfavorável, por meio de uma maior integração das fontes renováveis variáveis, construindo, assim, uma trajetória de redução de emissões até que se alcance um sistema neutro em GEE nas próximas décadas.

2.3.3 Impactos da crise climática no setor energético brasileiro

O compromisso com os tratados internacionais e as questões socioambientais refletem a atuação interna do Estado brasileiro e são questões complexas que exigirão cada vez mais cuidados especiais do Governo brasileiro, sobre tudo ante o novo contexto geopolítico que se apresenta com a mudança de alinhamento da Casa Branca dos EUA. O discurso atual do Governo brasileiro, presidido por Jair Bolsonaro, entretanto, na direção oposta, segue a corrente de negação das mudanças do clima, favorecimento da expansão da fronteira agrícola e de promoção de grandes projetos de mineração e energia na bacia amazônica.

O atual Governo Federal quer iniciar um novo ciclo de exploração na região Amazônica, com a concessão de novas barragens e minas, inclusive em terras indígenas e áreas legalmente protegidas. Nesta região, as hidrelétricas de Balbina 275 MWp (1980), Tucuruí 8.535 MWp, (1984), Santo Antônio 3.568 MWp (2012), Jirau 3.750 MWp (2013), Teles Pires 1.819,8 MWp (2015) e Belo Monte 11.233 MWp (2016) já se encontram construídas e outros projetos como São Luiz do Tapajós (6.356,4 MW) e Jatobá (2.338 MW) estão planejados, mas sem licença ambiental até o momento (BRASIL, 2020a).

No entanto, conforme demonstram Lima (2014), Schaeffer *et al.* (2015), De Jong *et al.* (2018 e 2021) Paim *et al.* (2019) e Queiroz *et al.* (2019), o risco hidrológico no SEB aumentará exponencialmente devido às mudanças climáticas, fazendo com que a dependência em relação à energia hídrica seja cada vez mais arriscada e onerosa, do ponto de vista econômico e ambiental, especialmente se considerada a capacidade de garantir uma geração efetiva destas e as externalidades ambientais existentes envolvidas na construção de uma nova barragem, com ou sem reservatórios de acumulação. Isto sem mencionar o impacto socioambiental no entorno, como demonstraram todos projetos realizados na região e, em especial, Belo Monte.

Atualmente, grande parte da disponibilidade hidrelétrica perdida nos momentos de hidrologia desfavorável tem sido substituída pelo parque térmico contratado por disponibilidade. No entanto, este sistema de *backup* montado nos últimos quinze anos é baseado em óleo combustível e diesel (BRASIL, 2020b, 2020c), sendo caro e insustentável para operar como base para o sistema durante períodos longos. Tais usinas também se mostram pouco adequadas para substituir a geração hidroelétrica nos períodos de seca por terem sido projetadas para despachos esporádicos e sendo capazes de acompanhar a variação de carga e a geração das fontes eólica e solar. Por essas razões, conforme se observa no Gráfico 3, a intensidade das emissões da rede elétrica brasileira aumenta de forma expressiva sempre que se observa uma crise hídrica (BRASIL, 2020b, 2020c). Por exemplo, em 2014 e 2015 as emissões de GEE

foram de 94,1 e 89,6 MtCO_{2e}, respectivamente, enquanto em anos com hidrologia mais favorável, como 2018 e 2019, as emissões de GEE representaram 52,7 e 56,3 MtCO_{2e}.

A barragem de Sobradinho é o décimo maior lago artificial do mundo em superfície e o primeiro desse tipo no Brasil, constituindo um exemplo emblemático. Possui 320 km de extensão; um espelho d'água de 4.214 km²; e uma capacidade de armazenamento de 34,1 bilhões de m³ em sua cota nominal de 392,50 m. Construída entre 1973-1979 no Sistema Nordeste do Brasil (NE), é um exemplo de armazenamento hidrelétrico convencional. É usada em base sazonal, ou seja, para armazenar água suficiente durante a estação chuvosa para manter a geração hidrelétrica durante a estação seca e de hidrologia desfavorável (DE JONG *et al.*, 2018). A barragem fornece água também para diversas culturas agrícolas importantes que se desenvolveram ao longo da Bacia do São Francisco, além do abastecimento de água para a população do seu entorno, sendo a coordenação dos usos múltiplos de suas águas extremamente importante para região.

Porém, mesmo com o *backup* térmico totalmente acionado, implicando em geração de alto custo e também expressivo aumento nas emissões de GEE³⁶, o reservatório de Sobradinho atingiu 1% em novembro de 2017, com vazão na barragem fixada em 550 m³/s, a menor do seu histórico e menos da metade do mínimo recomendado pelo órgão ambiental responsável (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA) e pela Agência Nacional de Águas (ANA) (BRASIL, 2018b). A vazão média normal da barragem é de 2.846 m³/s. O órgão federal de águas emitiu diversas autorizações especiais reduzindo o limite recomendado, até chegar a essa vazão mínima pela Resolução ANA n. 1943 de 6 de novembro de 2017 (BRASIL, 2018b).

Na verdade, foi graças à crise econômica e ao aumento da geração eólica, com a instalação de 10.081 MWp entre 2014-2017 (BRASIL, 2020b), que não houve apagões na Região Nordeste.

De Jong *et al.* (2018; 2021) analisa o impacto das mudanças climáticas no potencial hidrológico do nordeste, em particular, e da América do Sul de modo mais amplo. Além disso, dado o crescimento projetado da energia eólica e solar no Nordeste do Brasil, conforme defende De Jong *et al.* (2016; 2017), a barragem de Sobradinho poderia ser usada como uma bateria de água virtual, fornecendo a flexibilidade necessária ao SIN e, no futuro, algumas usinas da região, a exemplo da usina de Moxotó, podem receber uma turbina reversível, constituindo uma alternativa viável para o armazenamento do excedente da geração eólica e solar da região.

³⁶ Vide Gráfico 3 - Evolução das Emissões de Gases de Efeito Estufa da Matriz Elétrica Brasileira, 2006 - 2019.

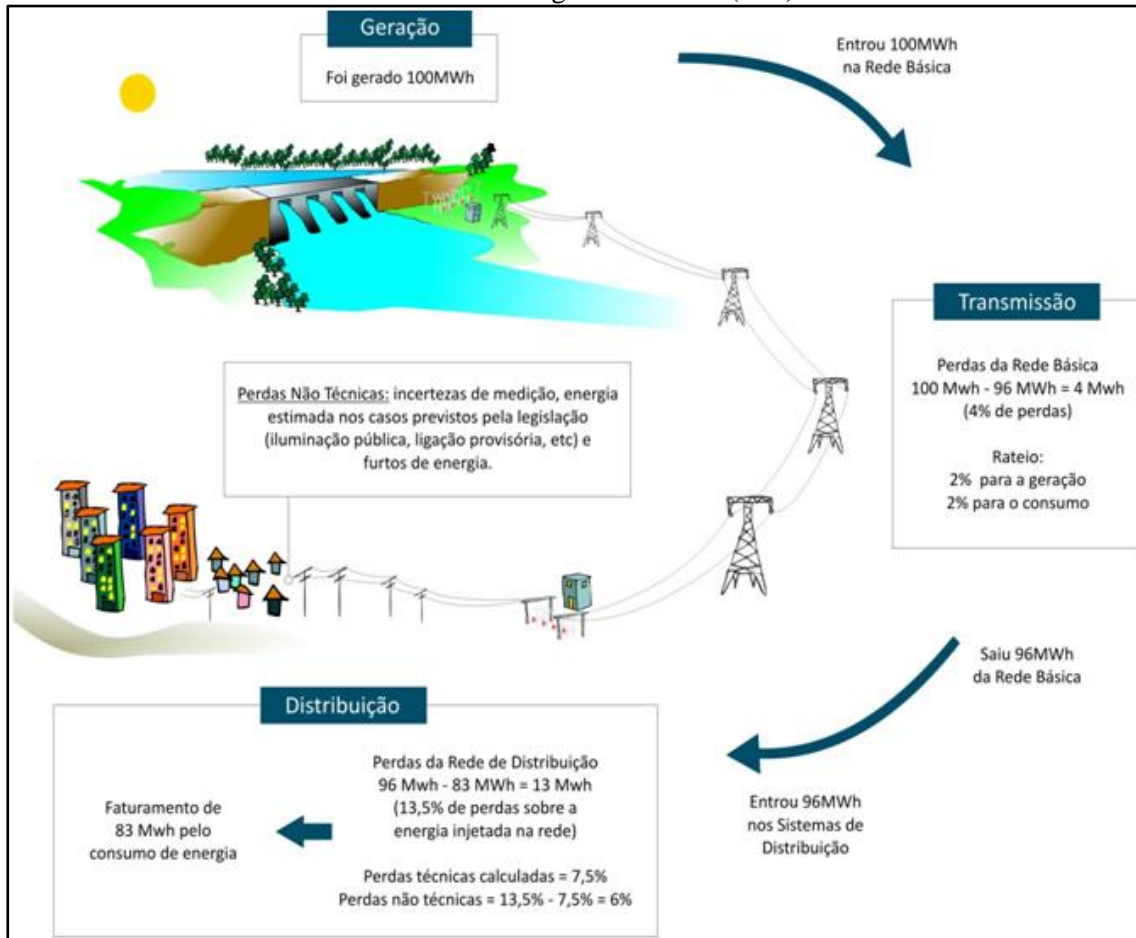
Outra característica do subsistema NE, que o qualifica como um bom caso de estudo para o Brasil, é que, em 2020, já conta com uma alta penetração de geração renovável variável, resultando em geração excedente, quando as participações de geração de energia eólica e solar representam 60% e 4% da carga, respectivamente. Autores como De Jong et al. (2016; 2017) estimam ainda que haverá mais de 5% de geração excedente com essas tecnologias, principalmente nos períodos de baixa demanda, entre a meia-noite e 08:00h, e que, a partir de 2030, a produção hidrelétrica do Rio São Francisco poderia praticamente cessar durante os anos de seca (DE JONG *et al.*, 2018).

Cabe, entretanto, destacar que o sistema de transmissão do SIN no NE já tem se mostrado como fator limitante para a expansão da capacidade de geração das usinas eólicas e solares na região, por exemplo quando os projetos não puderam participar dos leilões de energia nova em razão da ausência de linhas de transmissão capazes de escoar a produção. A construção de novas linhas é fundamental para a expansão da capacidade do SIN e viabilização do grande potencial de geração renovável da região, entretanto, tais obras são caras e demoradas, em razão dos múltiplos fatores que envolvem seu planejamento e execução. As redes de distribuição, especialmente nos centros urbanos, portanto, tem um papel a desempenhar no equacionamento desta questão e viabilização da expansão da capacidade renovável, sobretudo a solar, como se verá no próximo item.

2.3.4 A geração local e a redução das perdas no sistema elétrico brasileiro

A geração local, próxima à carga, possui potencial de reduzir a necessidade de investimentos para a expansão da rede de transmissão, além de reduzir as perdas elétricas do sistema. A Figura 22, elaborada pela Agência Nacional de Energia Elétrica, ilustra o ciclo de geração, transmissão e distribuição, e indica, em seu exemplo, que, de cada 100MWh produzidos na geração centralizada, apenas 83MWh são entregues e faturados, sendo a perda sistêmica estimada em 13,5% entre perdas técnicas e perdas não técnicas (inclusive furto de energia).

Figura 22 - Exemplo Simplificado do Cálculo das Perdas de Energia Elétrica no Sistema Interligado Nacional (SIN)



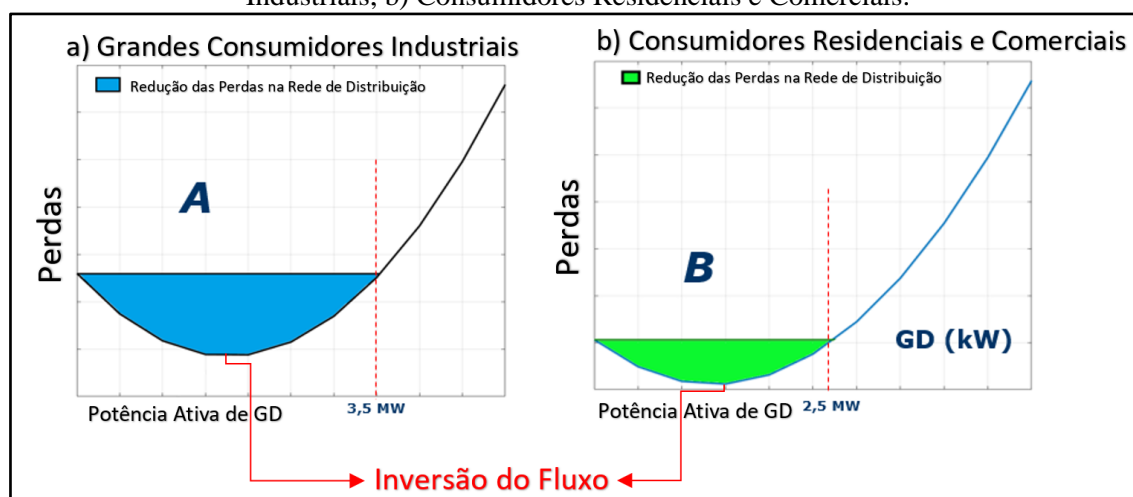
Fonte: ANEEL (2018)

Resta claro, portanto, a representatividade e a importância que as perdas técnicas e não técnicas têm no atendimento total da demanda de eletricidade e como a GD pode auxiliar a redução destas, em especial decorrentes da transmissão, visto que relacionadas com o transporte da energia.

Como Silva *et al.* (2017) demonstram na Figura 23, se a inserção da GD for realizada em pontos específicos da rede de distribuição, uma redução significativa nas perdas pode ser alcançada. Observa-se também que uma adição de GD só leva a uma diminuição das perdas até um determinado limite. De fato, em certas taxas de entrada, à medida que a GD aumenta, as perdas aumentam de tal forma que podem superar as perdas existentes no momento anterior à conexão da GD. Assim, este aumento de capacidade de nova GD começa a aparecer como uma desvantagem para o sistema.

Também é demonstrado na Figura 23 que a entrada do GD reduz as perdas até um determinado ponto, que é menor na rede de baixa tensão, correspondendo a aproximadamente 1,7MW de potência ativa do GD. A partir deste ponto, as perdas começam a aumentar novamente até que a GD atinge aproximadamente 2,5MW de potência ativa, hipótese em que as perdas são aproximadamente iguais às perdas antes da entrada da GD. Ademais, acréscimos para além desse limite podem levar a taxas de perdas mais altas do que as existentes antes da adição de GD. Observa-se também que, em determinados locais atendidos por rede de média tensão (ex. Consumidores industriais específicos), as taxas ótimas de penetração da GD são maiores, em torno de 2MW de potência ativa, com um limite máximo de entrada estimado em 3,5MW, quando as perdas são iguais às perdas antes da entrada da GD³⁷.

Figura 23 - Fluxo de Perdas de GD - Zona de Benefício do Distribuidor: a) Grandes Consumidores Industriais, b) Consumidores Residenciais e Comerciais.



Fonte: Adaptado de SILVA *et al.* (2017)

Pode-se observar que em ambos os casos os limites teóricos ótimos de entrada para GD são inferiores ao limite legal de minigeração no Brasil, que é de 5 MWp.

Um estudo de Taranto *et al.* (2017) corrobora o trabalho de Silva *et al.* (2017), concluindo, a partir de várias simulações em ambientes urbanos e rurais, que a microgeração em zonas urbanas praticamente não gera impactos negativos. Ou seja, impactos negativos significativos foram observados apenas nos casos de grande geração compartilhada (distribuída) localizada na extremidade dos alimentadores. No meio rural, o estudo considerou a inserção de GD via usinas de 5MWp, buscando captar a tendência de instalação de usinas de geração remota

³⁷ Os valores indicados são médias e variam de acordo com a capacidade do alimentador e outras características da rede local.

compartilhada. Nesse caso, como a capacidade instalada do GD supera a demanda, são observadas sobretensões e sobrecargas nas linhas de distribuição, gerando cenários em que o índice de perdas supera as perdas originais antes da adição do GD.

Verifica-se deste modo a inadequação da regulamentação atual ao permitir a geração remota através do SCE com sistemas até 5 MW em localidades afastadas de um centro de carga correspondente, na medida em que em tais casos, além dos *prosumers* que se beneficiam dos créditos e não se pagarem pelo o uso do SIN, ainda ampliam as perdas do sistema, em razão do excesso de energia injetada em um ponto da rede desprovido de carga associada equivalente.

2.3.5 A geração local e a pobreza energética no contexto da transição para uma sociedade de baixo carbono

A relação entre pobreza³⁸, energia e meio ambiente tem sido objeto de debates complexos nas últimas décadas (PEREIRA *et al.*, 2011; PRICE *et al.*, 2012; SOVACOOOL, 2012; LI *et al.*, 2014; MIDDLEMISS, GILLARD, 2015; OKUSHIMA, 2017). Considera-se que existe pobreza energética quando é impossível satisfazer plenamente as necessidades de energia e conforto térmico para um padrão de vida decente e bem-estar ou quando o gasto de energia representa uma parte significativa da renda familiar, tradicionalmente mais de 10% (BOARDMAN, 2010). No entanto, como destacam González-Eguino (2015); Castaño-Rosa *et al.* (2019), Thomson *et al.* (2019), Sareen *et al.* (2020), Faiella e Lavecchia (2021) existem muitos limites e métricas que podem ser usados para analisar e medir o fenômeno, sendo o mais recomendado uma análise integrada que tenha em consideração a acessibilidade, economicidade e nível de renda (CHE, ZHU e WANG, 2021).

A IEA (2016) estima que 1,2 bilhão de pessoas não têm acesso à eletricidade no mundo e outros 2,7 bilhões ainda dependem atualmente do uso tradicional da biomassa para cozinhar. Estes são casos extremos encontrados em países subdesenvolvidos, mas mesmo nos desenvolvidos existe pobreza energética. Na UE e nos EUA, por exemplo, mesmo com políticas específicas de redução da pobreza energética implementadas nas últimas duas décadas, estima-se que cerca de 11% da população ainda não consegue manter a sua casa suficientemente quente no inverno, ficando exposta a riscos de saúde (BERRY, HRONIS, WOODWARD, 2018 *apud* U.S. Energy Information Administration, Residential Energy Consumption Survey, 2015; UE,

³⁸ As linhas de corte do estudo foram estabelecidas segundo orientações do Banco Mundial, a saber: US\$ 1,90 per capita por dia para a extrema pobreza e US\$ 5,50 por dia para a pobreza moderada. O que no estudo do IBGE correspondeu à R\$133,72 por mês para extrema pobreza e R\$387,07 mensais para pobreza moderada.

2020). Entretanto, se falamos de redução de outras necessidades básicas ou mesmo insegurança energética, esse percentual sobe para 20% e 30%, respectivamente (BERRY, HRONIS, WOODWARD *apud* U.S. Energy Information Administration, *Residential Energy Consumption Survey 2015*, 2018; UE, 2020). Além disto, apesar de ainda não se contar com dados bem sistematizados neste aspecto, os problemas de conforto térmico no período de verão estão aumentando a cada ano, como resultado de recorrentes ondas de calor extremas (THOMSON *et al.*, 2019).

Conforme explica Artaxo (2014), apesar da sociedade mundial ter trilhado um caminho de consumo massivo, movido a combustíveis fósseis, buscando soluções menos custosas, o desenvolvimento econômico deixou grande parte da população mundial excluída. E agora que os sistemas da Terra se aproximam de pontos críticos, com o exaurimento de recursos naturais, aumento da taxa de extinção de espécies, ameaça de sucessivas crises sanitárias, além de mudanças significativas na ecologia dos processos ambientais e padrões climáticos (ROCKSTRÖM *et al.* 2017, IPCC, 2018), torna-se ainda mais desafiadora a incorporação desta parcela da população na economia, com a garantia de condições de vida dignas.

O crescimento populacional, previsto para ocorrer principalmente nos países mais pobres nas próximas décadas, é um outro fator importante de pressão sobre os recursos naturais e que vitimizará ainda mais tais populações em razão das contingências impostas pelas crises climática e ambiental (SOVACOOOL, 2021). A garantia de energia moderna, acessível, confiável e sustentável para todos, em linha com os ODS da Agenda 2030, é um primeiro passo necessário para viabilizar condições dignas a essa parcela da população (JOSHI *et al.*, 2015; IEA, 2016; THACKER *et al.*, 2019).

Devido à urbanização, DellaValle (2019) e Thomson *et al.* (2019) destacam que o problema da pobreza energética está deixando de ser uma questão de acesso em áreas rurais e remotas, para se tornar característico das áreas urbanas, principalmente nos bairros de baixa renda, onde não é possível cobrir os gastos com energia e garantir o conforto térmico adequado, principalmente em decorrência de eventos climáticos extremos, sendo, portanto, essencial implementar estratégias de combate à pobreza energética nessas áreas.

No Brasil, são dois programas nacionais de redução da pobreza energética. O Luz para Todos, criado pelo Decreto Federal 4.873/2003, com o objetivo de promover o acesso à energia elétrica em áreas rurais, acabando com a exclusão elétrica no país, por meio de extensões de rede e implantação de sistemas isolados de geração (PEREIRA *et al.*, 2011). E a Tarifa Social de Energia Elétrica (Tarifa Social de Energia Elétrica - TSEE) criada pela Lei Federal n. 10.438/2002, que concede descontos nos primeiros 220 kWh consumidos mensalmente pelos

consumidores residenciais classificados como de baixa renda e também garante isenção de encargos relativos à Conta de Desenvolvimento Energético - CDE e apoio ao financiamento do Programa de Incentivos para Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA) (ANEEL, 2020a).

Ao final do ano de 2020, os investimentos no Luz para Todos desde sua implementação totalizaram R\$28,51 bilhões. Considerando apenas os contratos operacionalizados pela Eletrobrás, foram atendidas 3.141.809 unidades consumidoras, beneficiando 16,9 milhões de pessoas no meio rural brasileiro, através da construção de mais de 846 mil km de redes elétricas de distribuição em alta e baixa tensão e a implantação de mais de 6,3 mil sistemas fotovoltaicos individuais e 19 sistemas fotovoltaicos coletivos, por meio de 559 mil projetos, distribuídos por 5.437 municípios (ELETROBRÁS, 2021).

Segundo a ANEEL (2020b), entre 2013 e 2018 foram gastos US\$ 1.830 milhões com o programa Luz para Todos e US\$ 3.648 milhões com o TSEE (taxa de conversão de 19.01.2019, US \$ 1,0 = R\$ 3,75).

Na Europa e EUA o problema da exclusão energética (acesso) não se verifica, entretanto, a pobreza energética ainda aflige cerca de 11% da população em ambas as regiões (BERRY, HRONIS, WOODWARD, 2018; EU, 2020).

Entretanto, conforme demonstram os relatórios (EU, 2018b; EUROPEAN COMMISSION, 2019), os recentes Planos Nacionais de Energia e Clima apresentados pelos Estados-Membros à Comissão Europeia, abordam a pobreza energética com políticas focadas em três áreas: a) bônus/pagamentos parciais das contas de energia; b) renovação superficial de edifícios públicos, destinados à habitação social; e c) apoio financeiro para utilização de transporte público ou para substituição de veículos ineficientes. Tais incentivos, entretanto, não têm sido eficazes, uma vez que o número de cidadãos da UE em condições de pobreza energética aumentou na última década. Na Itália, por exemplo, a percentagem de pessoas que não conseguem manter a casa adequadamente aquecida passou de 9,4% em 2006 para 14,6% em 2016, com um pico de 18,6% em 2012 (EU, 2020). As medidas para aliviar a pobreza energética conseguiram mitigar a situação, entretanto, precisam ser aprimoradas para reduzir o percentual de cidadãos vivendo nessa situação.

O atual momento, em razão da ampla reestruturação necessária à transição do setor, apresenta-se como oportunidade para implementar mudanças capazes de promover uma transição mais justa e equânime, que possa equacionar também as questões da pobreza energética.

Caminhando neste sentido, a Comissão Europeia, através da promulgação do *Clean Energy Package for all Europeans* (CEP) advoga em favor de incentivos aos *retrofits* energéticos nas habitações, com a inclusão de geração renovável, além da promoção de esquemas agregados, como comunidades energéticas, para aliviar as situações de pobreza e fornecer flexibilidade à rede (EU, 2018; EUROELECTRIC, 2019; WBG, 2019b).

Entretanto, para combater a pobreza energética é fundamental ir além dos modelos de negócios usuais (BAU), mesmo porque as ações até então implementadas, em especial quando se trata de pobreza energética urbana, apesar de mitigar a situação, são caras no longo prazo e não permitem que o beneficiário saia da referida condição. Visando estudar uma iniciativa inovadora em relação à pobreza energética do Governo brasileiro, que poderia ser melhor entendida, adaptada e replicada em outros contextos similares para reduzir a pobreza e o valor gasto com a TSEE no longo prazo, o presente estudo seguiu como estudo de caso um pioneiro projeto de geração renovável na modalidade distribuída (solar e eólica), implantado em dois condomínios de baixa renda do Programa Minha Casa Minha Vida (MCMV) no município de Juazeiro, além de um projeto de comunidade energética implementado em um distrito periférico da cidade Bolonha, na Itália, conforme será detalhado no item 4.2 DAS ENTREVISTAS REALIZADAS NO BRASIL E ITÁLIA.

3 METODOLOGIA

3.1 DOS PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS UTILIZADOS

Em busca de se entender o fenômeno da inserção da energia solar, na forma distribuída, na regulação brasileira e contribuir com proposições de políticas regulatórias que possam aprimorar o marco regulatório atual, esta pesquisa guia-se por procedimentos metodológicos que se caracterizam por uma base qualitativa e interdisciplinar. São utilizados, portanto, conceitos oriundos das áreas do direito, meio ambiente, engenharias, ciências econômicas e sociais, geopolítica e relações internacionais.

Segundo Yin (2001), entende-se que não existe nenhum método que seja melhor ou pior que algum outro, devendo-se procurar uma melhor adequação entre método, objetivos e as condições em que se está realizando ou se realizará a pesquisa.

A pesquisa se constitui em investigação qualitativa, indutiva e aplicada, pois considera como seu principal incentivo e finalidade a produção de conhecimento obtido através de observações de pessoas, lugares ou processos com os quais o investigador buscou estabelecer uma interação direta e aprofundada, além da aplicação dos seus resultados *a posteriori*. Busca-se evidenciar a relevância da percepção sistêmica, do cidadão e da eficiência energética na construção de uma matriz elétrica socialmente justa e que busque colaborar com a consecução da Agenda 2030 e com a meta de limitar o aquecimento global em 1,5°C do Acordo de Paris, mas que ao mesmo tempo garanta o fornecimento de energia e otimize o *trade off* economia/ambiente. Pretende-se garantir, portanto, não somente o aspecto econômico, mas também o social e o ambiental, com base nos *standards* garantidos pelos citados acordos internacionais.

Apoiada em uma engrenagem sinérgica, a pesquisa gravita entre o planejamento e as políticas públicas do setor elétrico, as tecnologias verificadas no campo das energias renováveis e as práticas e as mudanças de comportamento requeridas pela Transição Energética, em um contexto de fragmentação, polarização política, crise ambiental e energética planetária.

O trabalho consiste, portanto, em uma pesquisa social aplicada, apoiada no método comparativo e monográfico, com abordagem histórica. A metodologia utilizada é considerada qualitativa, descritiva e exploratória. Para tanto, lança-se mão dos métodos de estudos de caso (YIN, 2014), entrevistas semiestruturadas, questionários e revisão sistemática da literatura para coleta de dados (SORRELL, 2007) e o Método Funcional de Direito Comparado - MFDC

(MICHAELS, 2006), análise de discurso (ANTAKI, 2008), triangulação (FLICK, 2004) e da Avaliação de Impacto Regulatório – AIR (NUNES, 2016) para as análises dos dados. Foram consultadas também para elaboração da matriz metodológica da pesquisa Yin (2001), Lakatos e Marconi (2003); Gil (2008) e Saunders *et al.* (2009).

Como pesquisa de campo, foram selecionados o Programa de Geração de Renda e Energia em Juazeiro/Ba, nos condomínios Morada do Rodeadouro e Praia do Salitre, integrantes do Programa Minha Casa, Minha Vida, autorizado pela Resolução Autorizativa ANEEL n.º 4.385/2013 (ANEEL, 2013) e o Projeto GECO: *Green Energy COmmunity* nos distritos de Pilastro e Roveri, em Bolonha, Itália, criado por *stakeholders* locais, a *Agenzia per l'Energia e lo Sviluppo Sostenibile* (AESS), a *Agenzia Nazionale per le Nuove Tecnologie, l'Energia e lo Sviluppo Economico Sostenibile* (ENEA) e a *Università di Bologna* (UNIBO) (GECO, 2019a, 2019b, 2019c).

O método de análise da Avaliação de Impacto Regulatório (AIR) e o método Funcional do Direito Comparado (MFDC) (MICHAELS, 2006), foram usados para compreender os efeitos da Resolução ANEEL n.º 4.385/2013 (ANEEL, 2013), bem como identificar quais alterações normativas trazidas pelo modelo de negócio autorizado em Juazeiro/Ba e quais aspectos identificados nas normas da União Europeia e seus países membros, em especial na Itália, poderiam ser utilizadas como fontes de *insights* na busca de soluções para o setor elétrico brasileiro, a fim de promover a diversificação da matriz elétrica nacional por meio da energia solar distribuída, considerando as tendências oficiais e internacionais mais balizadas.

Pretende-se, a partir do cotejo entre material documental analisado³⁹, entrevistas, questionários e as pesquisas de campo realizadas⁴⁰, formular hipóteses capazes de responder ao problema fundamental do estudo, qual seja, como aprimorar a regulação do setor elétrico brasileiro em relação à GD, em especial da fonte FV na matriz elétrica nacional. As hipóteses foram validadas ou invalidadas junto a especialistas do setor, instituições governamentais e sociedade, por meio da aplicação de questionários e das entrevistas.

O procedimento metodológico contemplou, portanto, cinco etapas básicas, conforme abaixo discriminado:

³⁹Coleta de dados com empresas do setor elétrico e agências governamentais, revisão da literatura – livros, artigos científicos, dissertações, periódicos e teses.

⁴⁰ Estudo realizado a partir da observação direta nos Condomínios Morada do Salitre e Praia do Rodeadouro em Juazeiro, Bahia, Brasil, integrantes do Projeto de Geração de Renda e Energia em dois residências do MCMV e pesquisa de campo a se realizar junto à Comunidade Energética GECO: Green Energy Community, em fase de implementação nos distritos de Pilastro e Roveri, Bolonha, Itália.

A) a primeira etapa consistiu no estudo, através de leituras de relatórios técnicos, trabalhos científicos, estudos de planejamento governamental, cartas, memorandos, contratos, processos junto a agências reguladoras, além da legislação nacional e internacional relativa à geração de energia solar na modalidade distribuída e a transição energética, entre outras contribuições teóricas, com vistas à caracterização e análise nacional e internacionalmente, além de caracterizar e analisar os projetos de ER, ACC e ECs no atual contexto brasileiro e europeu/italiano;

B) a segunda etapa consistiu na realização de entrevistas, apoiadas em roteiros semiestruturados (Apêndice A), com alguns “atores-chave” implicados nas questões investigadas, a exemplo de representantes dos principais agentes do setor energético, como a Agência Nacional de Energia Elétrica, Empresa de Pesquisa Energética, do Ministério de Minas e Energia, Operador Nacional do Sistema e de distribuidoras, a exemplo da Coelba, além de representantes CAIXA, Brasil Solair e de participantes do Projeto de Geração de Renda e Energia em Juazeiro, na Bahia. Durante o *internship* também foram realizadas entrevistas semiestruturados (Apêndice A) com instituições na Itália, a exemplo *Ricerca dei Servizi Energetici – RSE, Agenzia per l’Energia e lo Sviluppo – AESS*, experts, associações e representantes da Comunidade Energética em Bolonha, Itália. Em ambos os casos, buscou-se verificar a percepção dos entrevistados sobre os temas abordados, a situação e contexto fático do momento. Nesta etapa também foram realizadas visitas técnicas nos condomínios Morada do Salitre e Praia do Rodeadouro, em Juazeiro – Bahia e nos distritos de Pilastro e Roveri, em Bolonha, Itália.

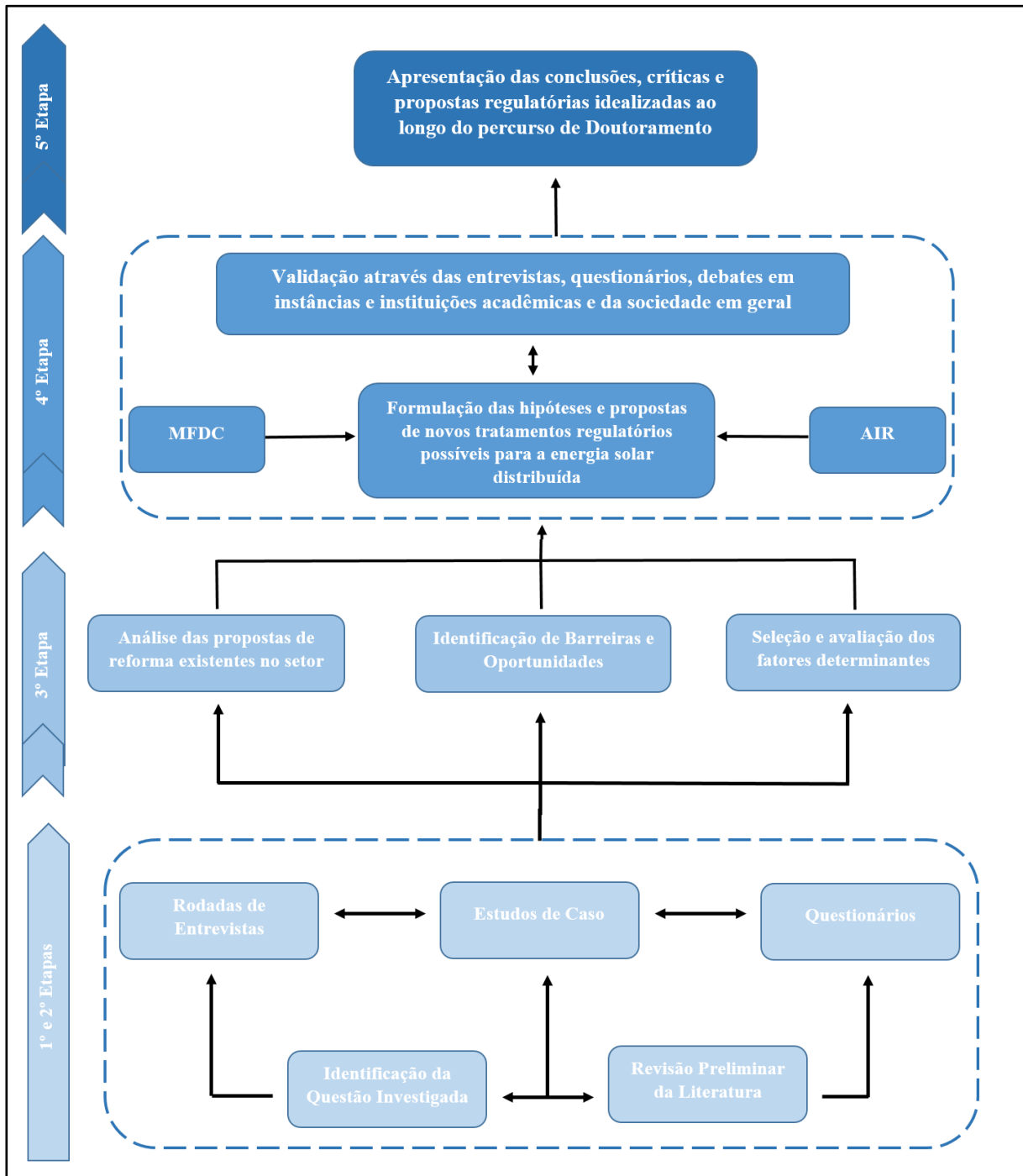
C) a terceira etapa consistiu na identificação e análise dos entraves, barreiras e distorções regulatórias, através da seleção e avaliação dos fatores determinantes identificados, a exemplo da Resolução ANEEL 4.385/2013 (ANEEL 2013) e pelas Directivas sobre as Energias Renováveis e o Mercado Elétrico Interno integrantes do Pacote Europeu das Energias Limpas (*Clean Energy Package – CEP*), bem como análise das propostas existentes no atual contexto de reforma do setor elétrico (PLs. n. 1917/2015 e 232/16), e, em particular, do sistema de compensação de energia (PLs n. 5829/2019 e 2215/2020) relativas à geração distribuída fotovoltaica na matriz elétrica nacional;

D) na quarta etapa, foram formuladas hipóteses e propostas de novos tratamentos regulatórios possíveis para a energia solar distribuída, em especial na sua modalidade de contratação e seu sistema de compensação, visando promover a transição para uma sociedade de baixo carbono, por meio da sua inserção. As proposições formuladas foram validadas, por meio de uma Avaliação de Impacto Regulatório – AIR, da aplicação do Método Funcional de Direito Comparado - MFDC e por meio de entrevistas e questionários à especialistas, além do confronto com a comunidade científica, mediante debates no âmbito de congressos e seminários nacionais e internacionais, entre outras instâncias e instituições acadêmicas e da sociedade em geral;

E) por fim, na última etapa, buscou-se trazer as conclusões, críticas e propostas regulatórias idealizadas e validadas pelo trabalho para a prática, mediante a apresentação de contribuições no âmbito do Ministério de Minas e Energia, Agência Nacional de Energia Elétrica, Congresso Nacional, publicações científicas e outras instâncias competentes, visando influenciar no atual processo de reforma do marco legal do setor elétrico.

O diagrama de blocos da Figura 24 sintetiza as diferentes etapas contempladas no procedimento metodológico ao longo do percurso do doutoramento.

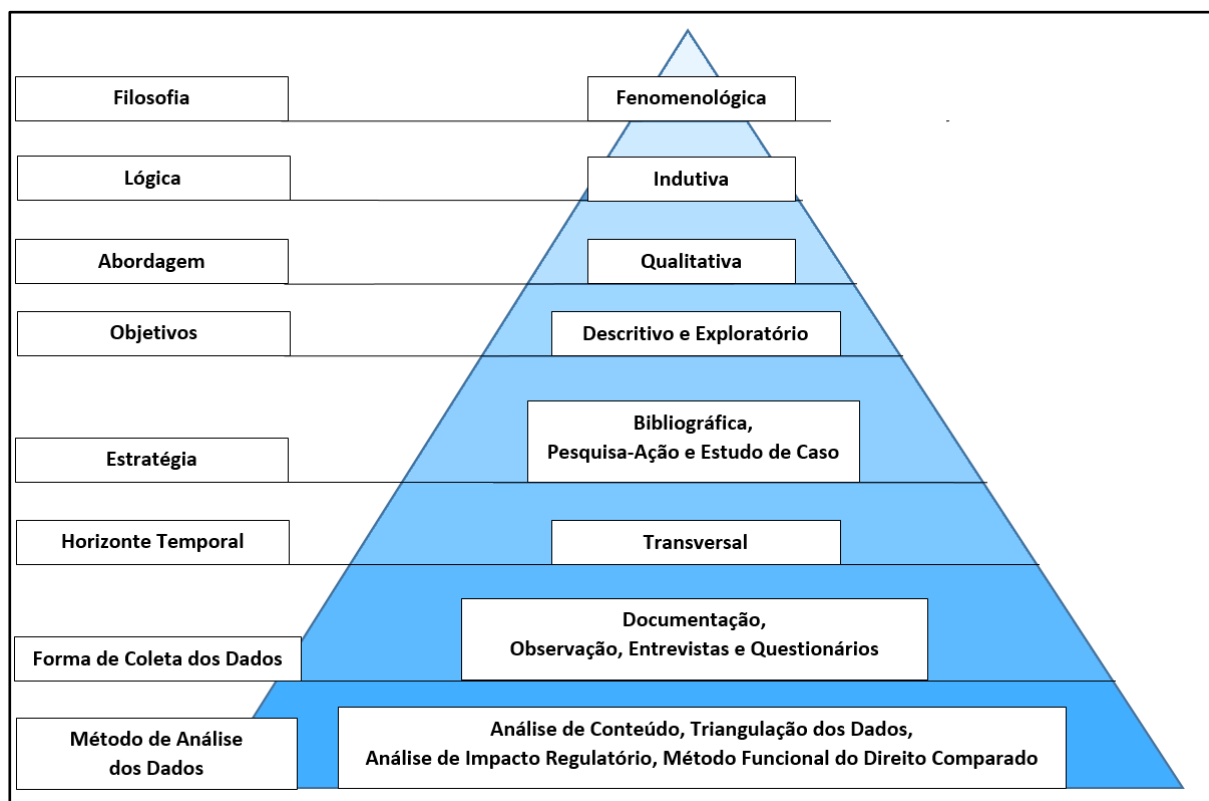
Figura 24 – Diagrama das etapas do procedimento metodológico contempladas na Pesquisa



Fonte: Elaboração própria.

A seu turno, a Figura 25, elaborada com base no diagrama da *Research Onion* de Saunders *et al.*, 2009, resume os diferentes aspectos da orientação metodológica adotada no presente estudo.

Figura 25 – Pirâmide com os Diferentes Aspectos da Metodologia Utilizada na Pesquisa



Fonte: Elaboração própria com base em Saunders *et al.* (2009).

A presente pesquisa, portanto, é fenomenológica, na medida em que busca estudar um fenômeno da realidade, qual seja a inserção da energia solar distribuída na matriz elétrica brasileira, no contexto da transição energética e da reforma do setor elétrico brasileiro. É indutiva, pois parte da observação de casos concretos, a exemplos dos programas de comunidades solares selecionados em Juazeiro/Bahia e Bolonha/Itália, selecionados como pesquisa de campo, para fazer generalizações e extrair hipóteses de políticas regulatórias, ou seja, parte-se do particular para se teorizar a respeito do geral. Aborda-se o problema com uma aproximação qualitativa, visto que prepondera a função interpretativa do investigador em relação a dinâmica e a interação do objeto de pesquisa com a realidade, em especial, no que tange a coleta dos dados e sua análise.

Os objetivos da pesquisa são descritivos e exploratórios, na medida em que se busca descrever o fenômeno da inserção da geração solar distribuída na matriz brasileira e da transição energética e explorar soluções regulatórias para que possibilitem ampliar sua participação com base em proposições de políticas regulatórias para o país.

Como estratégia de pesquisa, optou-se por uma pesquisa bibliográfica, a realização de estudos de casos em profundidade, o qual, em razão do envolvimento e participação do

pesquisador, acabou-se por converter-se em pesquisa-ação, em razão da interação entre o pesquisador e os objetos de estudo. O horizonte temporal é predominantemente transversal na medida em que a coleta dos dados se dá de forma pontual, em determinados períodos, havendo marcos temporais bem definidos. Nada obstante, é de se registrar que existiu um acompanhamento continuado das questões dos Projetos implantados em Juazeiro/Bahia desde 2016 até a presente data e, em relação à pesquisa de campo na Itália, desde antes propositura do projeto GECO, em 2019, prosseguindo no acompanhamento de sua implementação até a presente data.

Por fim, destaca-se que os dados foram coletados por meio de pesquisa bibliográfica primária e secundária, observação direta e realização de entrevistas semiestruturadas e questionários. As proposições regulatórias apresentadas na conclusão deste trabalho foram validadas com entrevistas com especialistas e questionários. Os dados coletados foram também analisados por meio das técnicas da triangulação de dados, da avaliação de impacto regulatório, método funcional de direito comparado, e análise de conteúdo.

3.2 DOS ESTUDOS DE CASO NO BRASIL E ITÁLIA

Conforme supra mencionado, objetivando extrair conhecimento amplo e detalhado, o presente trabalho fez uso dos seguintes estudos de caso: o Programa de Geração de Renda e Energia em Juazeiro, Brasil (ANEEL, 2013) e o projeto *GECO: Green Energy COmmunity* em Bolonha, Itália (GECO, 2019a, 2019b, 2019c).

Os estudos de caso foram selecionados em função do tema comum, ambos são experiências concretas de CELs em bairros urbanos periféricos, envolvendo programas de habitação de interesse social e com um elemento de contraste comum: a pobreza. Além disso, a possibilidade de acesso aos locais, dados e partes envolvidas foi considerado fundamental para a seleção destes. Entende-se também que os casos apresentam características complementares, por estarem localizados em diferentes países, sendo sujeitos a diferentes culturas e sistemas jurídicos diversos, além de apresentarem diferentes abordagens de implementação e participação de entidades públicas, sendo o projeto brasileiro um caso claro de imposição de cima para baixo (*top-down*), enquanto o projeto italiano busca instituir um processo participativo (*bottom-up*).

Embora o projeto GECO em Bolonha tenha começado em 2019 e só será concluído em 2022, este se configura como apenas a última parte de um processo complexo. Na verdade,

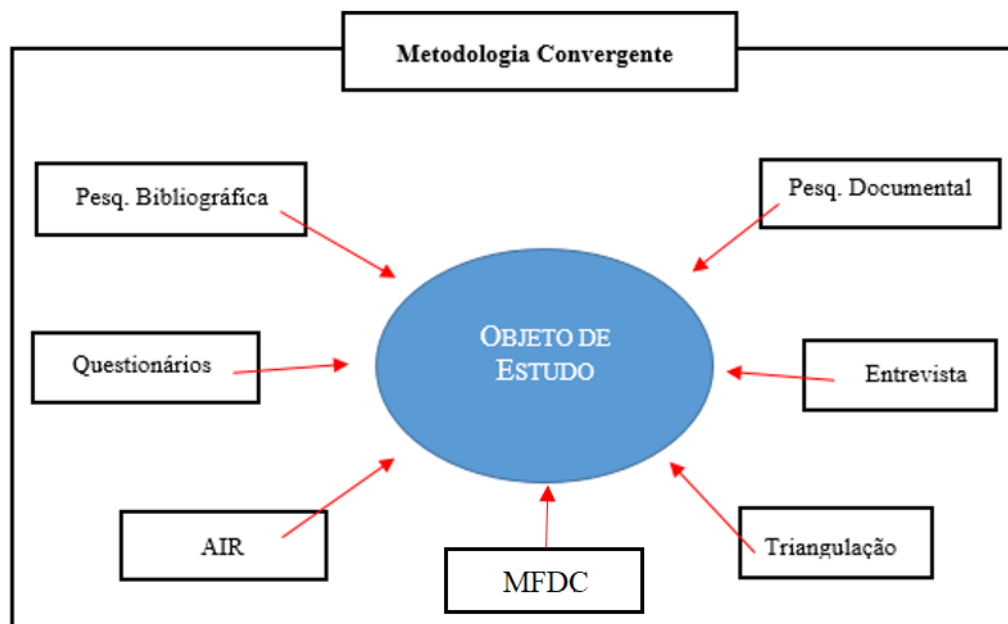
muitas atividades de pesquisa foram realizadas durante a execução do Projeto *Neighborhood Economics* (NE) em 2018 (SENTIMENTI, AVELLA e MOLINARI, 2017; NEIGHBORHOOD ECONOMICS, 2018), e os primeiros passos para desenvolver uma CEL na área datam de 2015. Além disso, entende-se que para efeito do estudo, o acompanhamento dos eventos públicos e as entrevistas realizadas no período de 2017 a 2020 são suficientes para a análise dos temas selecionados.

Em relação ao projeto de CE de Bolonha, o autor acompanhou a iniciativa desde setembro de 2018 e em 2019 colaborou com a apresentação das propostas para a Fundação CARISBO e *EIT Climate-KIC*. A segunda proposta, intitulada *GECO: Green Energy Community*, que é um desenvolvimento sucessivo do processo realizado com o projeto NE, em conjunto com outras iniciativas, foi bem-sucedido e a comunidade agora tem assistência técnica e apoio financeiro para implementar o projeto até 2022 (SENTIMENTI, AVELLA e MOLINARI, 2017; NE, 2018; GECO, 2019a, 2019b, 2019c).

3.3 DOS INSTRUMENTOS DE PESQUISA

O tema do presente trabalho requer uma análise criteriosa das informações e dos dados encontrados, em razão da situação de explosão de publicações científicas sobre o tema das energias renováveis e, em especial, da energia solar, ainda em fase de maturação tecnológica. Diante disso, procurou-se adotar métodos que proporcionassem o exame mais acurado possível das informações, dos dados e das opiniões coletados. Os resultados, portanto, são obtidos a partir da combinação de diferentes técnicas de coleta e interpretação de dados, em um processo metodológico convergente. A Figura 26 resume as técnicas utilizadas.

Figura 26 - Metodologia Convergente



Fonte: Elaboração Própria

3.2.1 Pesquisas bibliográfica e documental

Parte do levantamento de dados deve ser realizado através da pesquisa documental (de fontes primárias) e da pesquisa bibliográfica (de fontes secundárias), ambas técnicas adotadas nesta pesquisa. Aspecto importante que deve ser sempre considerado ao longo da elaboração do trabalho é que, apesar das vantagens das fontes secundárias, elas também podem apresentar falsas interpretações dos dados ou equívocos na coleta e processamento/modelagem destes, induzindo o pesquisador que nelas se apoia a erros e desvios, além de ampliar as margens de incerteza.

Diante disto, a presente pesquisa tomou como imperativo a busca incessante por assegurar as condições adequada de obtenção e análise das fontes e informações, a fim de apurar possíveis incoerências e imprecisões.

Destaca-se ainda que inicialmente a plataforma *Scopus e Web of Science* também foram utilizadas para a realização das pesquisas, entretanto, no decorrer da investigação, percebeu-se que as pesquisas na plataforma do *Science Direct* eram mais efetivas e abrangentes, trazendo mais resultados positivos na coleta de material.

Para desenvolver a pesquisa bibliográfica e documental, foi realizada a identificação das fontes pertinentes ao trabalho, busca e localização dessas fontes, leituras, anotações, fichagem

e compilação dos textos que se mostraram pertinentes. Ademais, sendo a revisão bibliográfica uma técnica em constante utilização, até a finalização do processo de redação da tese, foram realizadas inúmeras revisões do material já coletado, além da coleta e leitura de tantos outros. Neste sentido, o acompanhamento do *feed-in* de sugestões do *Mendeley* e do *Science Direct* para coleta de novas referências, buscando, assim, acompanhar a dinâmica de evolução do tema pesquisado foi de grande importância para capturar mais facilmente novas publicações relacionadas aos temas.

Outra técnica empregada, e que se mostrou bastante útil, foi a pesquisa no banco de dados, a exemplo do Banco de Teses da CAPES e junto a grupos de pesquisa de 06 (seis) universidades, 04 (quatro) brasileiras (PEI/CIENAM/UFBA, COPPE e GESEL/UFRJ, IEE/USP e FV/UFSC) e 02 (duas) internacionais (*Seconda Università di Napoli*, a partir do *Centro di Ricerche per la Tutela e lo Sviluppo – Territorio, Ambiente e Energia* e na *Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia - UNIMORE*, a partir do *Dipartimento di Ingegneria "Enzo Ferrari"*). Da busca realizada, foram selecionados e lidos 15 trabalhos dos quais 06 encontram-se nas Referências.

3.2.2 Das entrevistas realizadas

Entende-se a entrevista como técnica em que o investigador se apresenta ao investigado e lhe faz perguntas para obter informações ou dados que possam ser úteis à sua pesquisa. O tipo de entrevista adotada neste trabalho é intencional *por pauta*, na medida em que seleciona o entrevistado por características particulares inerentes e o conteúdo apresenta um certo grau de estruturação, visto que guiada por um roteiro pré-estabelecido.

As perguntas conduzem às linhas de raciocínio que inter-relacionam os interesses do pesquisador com os conhecimentos particulares do entrevistado, os quais vão sendo explorados ao longo da entrevista. As pautas devem ser pré-estabelecidas e ordenadas, para guardar estreita relação entre si.

Ao entrevistador coube fazer perguntas diretas e deixar o entrevistado falar livremente à medida que refere às pautas assinaladas. Caso o entrevistado se afaste muito das temáticas de interesse da pesquisa, busca-se intervir de maneira sutil, para trazer o relato de volta ao escopo proposto.

A preparação da entrevista exige algumas medidas a serem observadas, como, por exemplo, conhecer o grau de familiaridade do entrevistado com o assunto, agendar o encontro

(presencial ou virtual) com a devida antecedência, garantir informação e contar com o consentimento livre e esclarecido do entrevistado.

A gravação com sigilo ou a supressão posterior da entrevista da pesquisa, a qualquer tempo, foi facultada ao entrevistado em todas as oportunidades. Em alguns casos os entrevistados não consentiram com a gravação, levando o pesquisador a tomar notas das respostas e de suas impressões ao longo da sessão, conforme detalhado nas Tabela 19 e Tabela 20.

Foram fornecidos os contatos do pesquisador e seus orientadores para comunicação e esclarecido para cada entrevistado, antes do início da entrevista, bem como informado o escopo e objetivos da pesquisa, deixando-o plenamente ciente conforme modelo de termo de consentimento esclarecido trazido no Apêndice B e C.

Em face da dificuldade e do longo tempo necessário à realização da transcrição, são disponibilizados os áudios das gravações e os roteiros em uma *webcloud*, cujo endereço é indicado no Apêndice A da Tese, viabilizando a consulta dos dados primários coletados para fins de validação dos resultados alcançados, bem como utilização em outros trabalhos científicos.

Em que pese ocupar mais tempo do entrevistador, entende-se que a entrevista por pauta é uma técnica que oferece algumas vantagens, razão pela qual foi considerada técnica importante para a pesquisa aqui apresentada.

Dentre elas, destacam-se:

- (i) a oportunidade de interagir com profissionais especializados no tema e que estão por dentro do contexto atual em suas respectivas áreas;
- (ii) viabilizar a coleta de informações relevantes ao trabalho;
- (iii) maior flexibilidade na medida em que o entrevistador pode repetir ou esclarecer perguntas ou respostas e formulá-las de outra maneira, caso necessário, além de especificar algum significado ou referência, garantindo que estar sendo compreendido e que compreende seu interlocutor;
- (iv) um maior número de oportunidades de avaliar atitudes e condutas, uma vez que o entrevistado pode ser observado naquilo que diz e como diz através do registro de reações e gestos;
- (v) a possibilidade de obtenção de dados que não se encontram em fontes documentais e que possam ser importantes;
- (vi) a possibilidade de se conseguirem informações atuais, originais ou mais precisas, podendo ser comprovadas e esclarecidas, de imediato, as discordâncias.

Além das vantagens mencionadas acima, a escolha da entrevista por pauta para este trabalho também é considerada adequada porque ela permitirá:

- a) averiguar os "fatos", *i.e.*, conhecer a opinião dos entrevistados e outras informações relevantes;
- b) determinar as opiniões sobre os "fatos", *i.e.*, descobrir o que os entrevistados pensam, ou acreditam que os fatos sejam;
- c) descobrir planos de ação e estratégias, *i.e.*, descobrir, por meio das definições individuais dadas, qual é a conduta adequada em determinadas situações ou o que poderia ser feito, o que ajudará na análise final.
- d) conhecer a conduta atual ou a conduta do passado, *i.e.*, conhecer as indicações do que poderia ter sido diferente e o que poderá acontecer;
- e) identificar os motivos para opiniões, sentimentos e condutas apresentadas, *i.e.*, descobrir quais fatores poderiam influenciar as opiniões, sentimentos e conduta dos entrevistados e por quê.

O método de análise do discurso foi utilizado para interpretar o conteúdo das entrevistas na tentativa de captar o significado e a percepção dos entrevistados sobre o papel das instituições envolvidas no assunto. Também examina as estruturas de poder e o modelo de agência relacionado aos problemas e objetivos selecionados. Para realizar a análise, o quadro selecionado foca em elementos como: a) como a história está estruturada; b) a que funções a história serve; c) qual é a substância da história; e d) como a história é encenada.

Ressalta-se, por fim, que as entrevistas no Brasil foram executadas antes da aplicação dos questionários em Juazeiro e as realizadas na Itália, conforme datas indicadas nas respectivas tabelas de controle (Tabela 19 e Tabela 20), uma vez que os dados colhidos em diversas nas entrevistas ajudaram na formulação das propostas regulatórias e dos questionários, possibilitando seu enriquecimento e acuidade, até mesmo pela confrontação de informações e opiniões obtidas com *stakeholders* com a opinião da comunidade envolvida. Os roteiros das entrevistas realizadas são apresentados no Apêndice A.

As entrevistas semiestruturadas, portanto, foram usadas para acessar perspectivas particulares e narrativas em profundidade, fornecendo acesso à experiência das pessoas, motivações, crenças e entendimentos sobre o objeto do estudo (SORRELL, 2007; SOVACOOOL, AXSENC e SORRELL, 2018). Também foi utilizado, conforme demonstrado nas Tabela 19 e Tabela 20, para validar a hipótese com os especialistas entrevistados, uma vez

que não pode ser submetida à experimentação, como as sugestões de políticas e regulamentações apresentadas. No total, foram realizadas 32 entrevistas semiestruturadas com representantes e moradores das comunidades, especialistas e acadêmicos do setor de energia, além de diversas visitas in loco para observação direta e participação em eventos públicos.

Após a conclusão das entrevistas, foi realizada uma audição analítica de todo material com o objetivo de melhor compreender, interpretar e absorver a opinião dos entrevistados a respeito das indagações colocadas em exame pelo entrevistador.

3.2.3 Da aplicação de questionários

O questionário é um instrumento de coleta de dados, constituído por uma série ordenada de perguntas, que devem ser respondidas por escrito e sem a presença do entrevistador. Ressalta-se que a elaboração de um questionário deve observar determinadas normas no intuito de conseguir maior eficácia e validade do instrumento. Sua concepção e estrutura devem refletir e auxiliar na consecução dos objetivos da pesquisa.

Valendo-se do método da amostragem intencional (abordagem não probabilística), os questionários foram aplicados com representantes de grupos de interesse, como no caso pesquisadores, representantes dos condomínios, instituições, autoridades, associações, e entidades do setor elétrico, conforme detalhado no Apêndice D, além de durante o primeiro estudo de caso, ter sido entregue a todos os moradores dos Condomínios Morada do Salitre e Praia do Rodeadouro, em Juazeiro, Bahia, conforme detalhado o item 3.2 *DOS ESTUDOS DE CASO NO BRASIL E ITÁLIA*.

Os dados coletados com os questionários foram analisados mediante planilhas eletrônicas (Excel), sendo a informação restituída aos moradores, conforme *poster* apresentado nos condomínios (Apêndice E). Os dados foram também de interpretados conforme técnica da triangulação de dados e curvas de tendência extraídas do software, bem como a partir das análises de discurso e conteúdo.

O pré-teste do questionário foi feito junto a colegas do Laboratório de Energia e Gás (LEN) da UFBA, na qual se colheu dos participantes sugestões para enriquecer a versão definitiva.

O questionário aplicado em Juazeiro/Bahia foi considerado misto, na medida que contou com questões fechadas e também abertas, nas quais não era fornecida resposta pré-estabelecidas. No questionário realizado, para a validação das propostas apresentadas foi utilizada a escala Likert (SAUNDERS et al., 2009, p. 378), na medida em que se entendeu que

esta permitiria mensurar o grau de conformidade do indivíduo questionado com qualquer afirmação proposta, sendo útil para captura da intensidade das opiniões e posicionamentos dos respondentes e compará-las entre si.

A escala Likert foi adotada em cinco níveis, a saber: “concordo plenamente”, “concordo parcialmente”, “não saberia informar”, “discordo parcialmente” e “discordo totalmente”, conforme sintetizado na Tabela 16 abaixo.

Tabela 16 - Escala Likert adotada no estudo

ESCALA LIKERT ADOTADA NO ESTUDO	
INTENSIDADE:	DESCRITIVO:
-3	Discordo Totalmente
-1	Discordo Parcialmente
0	Não Saberá Informar
1	Concordo Parcialmente
3	Concordo Plenamente

Fonte: Elaboração própria

Com a aplicação dos questionários elaborados (vide Apêndices B e D) com base na escala Likert buscou-se avaliar o nível de concordância, nível de importância e probabilidade de implementação das proposições regulatórias sugeridas no estudo, sendo tais dados elementos fundamentais do processo de triangulação dos dados e validação das propostas de políticas regulatórias apresentadas.

Deste modo, as entrevistas e as observações direta foram utilizadas como técnicas de coleta de dados, mas também como ações preparatórias à formulação do questionário, o que possibilitou o aprofundamento de questões específicas, pormenorização de aspectos e validação das propostas de políticas regulatórias apresentadas por este trabalho.

3.2.4 Da análise de impacto regulatório e do método funcional do direito comparado

A regulação é o instrumento por meio do qual o Estado se organiza, disciplina a atividade de seus órgãos, intervém no mercado e regulamenta o comportamento da sociedade civil. A regulação deve sempre buscar a concreção dos objetivos preconizados pela Constituição Federal, cabendo mencionar o art. 37 (BRASIL, 1988), que dispõe sobre os princípios da administração pública, que podem ser traduzidos na busca incessante pelo aumento da

eficiência, da segurança jurídica, do desenvolvimento econômico e de ganhos de bem-estar social para a população (BRASIL, 1988).

Neste sentido, Gary Banks, *Chairmain do Regulatory Policy Committee* da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico – OCDE destaca que “*Good regulation is essential if our economies are to function efficiently, while meeting important social and environmental goals. However achieving good regulation is a demanding task and one that is never over*⁴¹.” (OCDE, 1995).

Entretanto, em que pese a grande importância da regulação, não raro se observa a edição de normas que acabam por criar obstáculos ao desenvolvimento econômico, por meio da obstrução de mercados, retardando o desenvolvimento das atividades econômicas. Outras vezes, por ser realizada de modo arbitrário e desproporcional, a regulação acaba por gerar efeitos nocivos aos mercados e à sociedade como um todo.

Mercados tecnológicos tendem a sofrer ainda mais com barreiras regulatórias à inovação e distorções de mercado, refletindo aumentos de custos de setores-chave da economia, a exemplo do elétrico.

Conforme preleciona Marques Neto (2010, 2014), o controle só deve ser criado quando justificado, ou seja, caso sua existência venha a maximizar o bem estar social e tornar a atuação estatal mais eficiente.

A disciplina da jurimetria, a seu turno, pode ser identificada pela aplicação de métodos científicos quantitativos, em especial os estatísticos, às análises que envolvem o fenômeno jurídico, a fim de lhes descrever em detalhes, além de buscar reduzir a subjetividades e controlar as incertezas inerentes ao processo de análise/interpretação.

Segundo nos conta Nunes (2016):

A Jurimetria é uma ciência que tem o objetivo de descrever os fatores que interferem no funcionamento de uma ordem jurídica, notadamente na produção de normas e na identificação dos efeitos que elas produzem no comportamento social.

O principal instrumento selecionado pelo presente trabalho para examinar as normas jurídicas foi a Avaliação de Impacto Regulatório - AIR, instrumento que vem ganhando contornos e destaque no cenário nacional, em especial no âmbito das agências reguladoras.

Neste sentido, segundo a ANEEL destaca em seu Portal:

⁴¹ Tradução Livre do Autor: Uma boa regulamentação é essencial para que nossas economias funcionem de forma eficiente, ao mesmo tempo que cumprem importantes objetivos sociais e ambientais. No entanto, alcançar uma boa regulamentação é uma tarefa exigente e nunca termina.

A Análise de Impacto Regulatório é o procedimento por meio do qual são providas informações sobre a necessidade e as consequências da regulação que está sendo proposta e é verificado se os benefícios potenciais da medida excedem os custos estimados, bem como se, entre todas as alternativas avaliadas para alcançar o objetivo da regulação proposta, a ação é a mais benéfica para a sociedade.

Atento a tais circunstâncias, o presente trabalho procura empreender uma análise de impacto regulatório em relação à Resolução ANEEL n.º 4.385/2013 (ANEEL, 2013), buscando apurar os efeitos positivos e negativos produzidos por esta nos mercados, em especial em relação ao setor elétrico e a sociedade.

Como critérios de análise e interpretação, serão observadas as orientações da ANEEL, consolidadas pela Norma de Organização ANEEL n.º 40/2013, que dispõe sobre realização de Análise de Impacto Regulatório – AIR – no âmbito da Agência (ANEEL, 2013) e as Diretrizes Gerais e Roteiro Analítico Sugerido para Análise de Impacto Regulatório – Diretrizes Gerais - AIR, elaborado sob a coordenação da Casa Civil da Presidência da República.

Neste sentido, conforme se observa no Apêndice G, seguindo o quanto preceituado pela ANEEL, foram analisados:

- I – o problema que se quer solucionar, através de sua identificação e conceituação;
- II – as justificativas para a edição da norma por parte da agência reguladora;
- III – objetivos desejados com a intervenção regulatória;
- IV – prazo para início da vigência da norma e a duração da vigência, se for o caso;
- V – análise dos impactos das opções consideradas e da opção eleita;
- VI – identificação de eventuais alterações, revogações, exceções a regulamentos em vigor em função da edição do novo regulamento; e
- VII – identificação de formas de acompanhamento dos resultados decorrentes das novas proposta de regulação.

As recomendações propostas pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico - OCDE (1995, 2005 e 2012), colhidas nas publicações *Recommendation of the Council on Improving the Quality of Government Regulation*, *OECD Guiding Principles for Regulatory Quality and Performance* e *Recommendation of the Council of the OECD on Regulatory Policy and Governance* também guiaram a realização das AIRs.

Trata-se, em consonância com o quanto preconizado pelo OCDE (1995), de uma abordagem integral na análise da reforma regulatória, com ênfase na importância da consulta, coordenação, comunicação e cooperação entre os diferentes atores da sociedade para abordar os desafios colocados pela interconexão entre os setores e economias.

Além disso, entende-se que a submissão das propostas regulatórias formuladas no trabalho às consultas e audiências públicas do setor reforça a reflexão, na medida em que agrega diferentes pontos de vista à análise. Ademais, quando validadas, contribuem para legitimação e divulgação das políticas regulatórias propostas. A execução desta etapa, portanto, é considerada como um aspecto importante da AIR a ser empreendida no estudo.

Conforme tratado por Salgado e Borges (2010, p. 20):

“A consulta pública corrobora a legitimação da decisão tomada, que também é uma das funções da AIR. Pode contribuir neste aspecto por ser capaz de envolver, além das partes afetadas, toda a sociedade, fazendo com que todos os agentes interessados contribuam com a realização da AIR, tornando-a mais equânime.”

Pretende-se compor a estrutura do quadro de análise da AIR de modo a investigar os seguintes elementos:

- a) motivos para revisão dos princípios e da proposta de reforma do setor elétrico apresentados, respectivamente, na portaria MME n. 251/2017 (BRASIL, 2017b) e Nota Técnica MME 05/0217 (BRASIL, 2017c);
- b) alternativas incrementais para se atingir os objetivos de sustentabilidade assumidos na Agenda 2030 e as metas do Acordo de Paris;
- c) identificação e análise dos possíveis efeitos relevantes nos diversos agentes do setor (Geração, Distribuição, Transmissão, Operação e Consumidor/Sociedade) relativos aos âmbitos econômico, social e ambiental;
- d) identificação e análise dos possíveis efeitos relevantes sobre a matriz elétrica nacional em seus aspectos institucional e econômico, em especial no que tange ao aumento da participação da fonte solar e redução de perdas sistêmicas.

O método funcional do direito comparado, por sua vez, foi utilizado para identificar as instituições e soluções jurídicas utilizadas no Brasil e na Europa, em especial Itália, para enfrentar o problema da pobreza energética e possibilidades de inserção da GD através das iniciativas de Comunidades Energéticas. A ideia central do direito comparado funcionalista é entender as instituições jurídicas como respostas aos problemas. Neste sentido, uma vez que a

comparação requer um elemento invariável e as instituições não são universais, apenas os problemas podem desempenhar o papel de uma constante (MICHAELS, 2006). O raciocínio utilizado é circular e vai dos problemas às funções e das funções aos problemas. De acordo com Ralf Michaels (2006): "*the lawyer's job is to develop laws that perform these tasks ('social engineering'), and comparative law can help compare the ability of different solutions to solve similar problems, and spur similar degrees of progress*"⁴².

No entanto, embora o direito comparado funcionalista funcione bem ao identificar soluções jurídicas alternativas em sistemas jurídicos diferentes, ele não pode determinar com precisão qual é o melhor e também é vulnerável a preconceitos pessoais e sociais (MICHAELS, 2006). O pesquisador também reconhece que as entrevistas e os métodos de estudo de caso são indutivos e exploratórios por natureza e são vulneráveis ao viés do pesquisador-entrevistador e ao viés da deseabilidade social (YIN, 2014; SOVACOOOL, AXSENC e SORRELL, 2018) e tentaram mitigar esse aspecto aplicando o método de triangulação (FLICK, 2004) e com a publicação dos estudos em parceria com outros pesquisadores (CUNHA *et al.*, 2017a, 2017b, 2020 e 2021).

3.2.5 Da técnica da triangulação de dados

Conforme se observa em Bruchez *et al.* (2015), em trabalhos científicos, a técnica da triangulação consiste na combinação da análise de conjuntos de diferentes fontes de informação ou pela combinação de metodologias diferentes no estudo de fenômenos similares, quer seja por meio da combinação de diferentes métodos ou mesmo de diferentes investigadores. A triangulação também pode ser realizada quando se abordam os dados por meio de múltiplas perspectivas e hipóteses, através da utilização de pesquisadores com diferentes bagagens teóricas para analisar o mesmo problema/questão de estudo.

Entende-se que o uso de múltiplos observadores auxilia na superação de subjetividades, preconceitos pessoais e deficiências emanadas de um único investigador ou da utilização de apenas um método. O método de triangulação (FLICK, 2004; BRUCHEZ *et al.*, 2015) realizado neste estudo consistiu na coleta de dados de diversas fontes, utilizando métodos diversos e pela aplicação de múltiplas perspectivas e hipóteses, com base no trabalho de pesquisadores com

⁴² Tradução livre do Autor: "o trabalho do advogado é desenvolver leis que executem essas tarefas ('engenharia social'), e o direito comparado pode ajudar a comparar a capacidade de diferentes soluções para resolver problemas semelhantes e estimular graus semelhantes de progresso".

diferentes formações para analisar as questões do estudo, na tentativa para reduzir preconceitos e subjetividades individuais.

De acordo com Yin (2001), as hipóteses podem ser consideradas validadas quando o pesquisador emprega múltiplas fontes de evidência, ou seja, realiza a triangulação, a qual consiste em criar uma base de dados do estudo de caso robusta, que mantém o encadeamento de evidências.

O primeiro tipo de triangulação, e que foi o mais empregado na presente pesquisa, é a de fontes, pela qual as descobertas da pesquisa de campo são sustentadas por mais de uma fonte de evidência, permitindo que ocorra a convergência de evidências, reforçando a validade das contribuições do trabalho. A triangulação das fontes se baseia na análise de diferentes dados, resultantes de entrevistas, observações e documentos.

No presente caso, foram analisadas as correspondências institucionais trocadas entre a COELBA e a ANEEL, a respeito das possíveis soluções técnicas para reintegrar o sistema dos Condomínios de Juazeiro à rede, além de correspondências trocadas entre os Condomínios, a Brasil Solair e a Caixa, contratos de doação de equipamentos etc., apenas para citar alguns dos documentos mais relevantes localizados até o momento nas sedes dos Condomínios.

Em relação ao projeto GECO, foram analisados os relatórios anuais do projeto, acompanhadas as publicações e eventos realizados.

No que tange às entrevistas (detalhadas em item anterior), estas constituíram-se na busca pelo entendimento do entrevistado sobre o assunto, suas vivências e experiências, ou seja, as impressões e opiniões dos entrevistados sobre o tema selecionado como objeto de estudo. No presente trabalho, foram entrevistados atores-chave do setor elétrico brasileiro e profissionais especializados que se encontram envolvidos no processo de reforma do setor, além do projeto implantado em Juazeiro/Bahia, nos Condomínios Praia do Rodeadouro e Morada do Salitre. Na Itália, também foram entrevistados atores institucionais que acompanham o processo de implementação do CEP e associações e cidadãos envolvidos na implementação do projeto GECO.

Por meio das visitas técnicas, foram realizadas observações diretas, que auxiliam no entendimento do contexto e da situação fática, bem como a observação participante, uma vez que o pesquisador, desde outubro de 2017, tem adotado papel ativo dentro do contexto observado, ao tentar promover a religação dos painéis fotovoltaicos dos condomínios à rede de distribuição da COLEBA e viabilizar o arrendamento dos equipamentos de geração, provendo renda aos condomínios e mutuários, além de acompanhar na Itália o projeto *Neighborhood Economics* (NE) em 2018 e o projeto GECO nos anos seguintes.

Entende-se também que a convivência com profissionais de diferentes *backgrounds* no âmbito do Laboratório de Energia e Gás – LEN, no Centro Interdisciplinar de Energia e Ambiente – CIENAM/UFBA, no *Energy Efficiency Laboratory - EELab* no *Dipartimento di Ingegneria "Enzo Ferrari" (DIEF)*, da *Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia UNIMORE*, seguindo o projeto *Neighborhood Economics* e no *Electrical Energy Systems Engineering Laboratory - LISEP* e no *Electric Energy Systems Research Group* no *Dipartimento di Ingegneria dell'Energia Elettrica and dell'Informazione Guglielmo Marconi*, na *Università di Bologna – UniBo* e na *Agenzia per l'Energia e lo Sviluppo Sostenibile – AESS*, seguindo o projeto *GECO:Green Energy Community*, e, sobretudo, a confecção e publicação de trabalhos científicos em conjunto com estes, abordando os temas da presente pesquisa, tem auxiliado na análise dos dados coletados por diferentes olhares e perspectivas.

O autor do presente trabalho também se encontra em contato constante com outro pesquisador⁴³ cujo tema de estudo também recai sobre os Condomínios de Juazeiro/Bahia, o que tem viabilizado a troca de informações, dados, e impressões sobre a situação. Tal fato, juntamente com o olhar e a participação ativa dos três orientadores do presente estudo, que possuem formações diferentes entre si, tem fortalecido a interdisciplinaridade e o olhar multifocal pretendido pela pesquisa, contribuindo, também, para uma análise mais acurada do fenômeno estudado.

3.4 DOS MÉTODOS APLICADOS NA CONSECUÇÃO DOS OBJETIVOS ESPECIFICOS

A consecução dos objetivos específicos definidos no presente trabalho envolveu o uso de vários métodos de pesquisa (SOVACOOOL, AXSENC e SORRELL, 2018), combinando estudos de caso (YIN, 2014), entrevistas semiestruturadas e revisão sistemática da literatura (SORRELL, 2007) para coleta de dados e o método funcional de direito comparado (MICHAELS, 2006), análise do discurso (ANTAKI, 2008) e triangulação (FLICK, 2004) para a análise dos dados, realizando, assim, uma pesquisa qualitativa, aplicada, descritiva e exploratória.

Para se atingir cada um dos objetivos específicos delineados no item 1.2, foram utilizadas um conjunto de métodos descritas neste capítulo, os quais encontram-se relacionados e sintetizados na Tabela 17 abaixo.

⁴³ Marcus Vinicius Bezerra Medeiros, graduando em engenharia elétrica pela UFCG.

Tabela 17 - Técnicas Metodológicas Empregadas para a Consecução dos Objetivos Específicos

Objetivos Específicos	Técnicas Metodológicas Empregadas
OE1. Identificar barreiras e rotas de aprimoramento para a regulação brasileira relativa à geração distribuída, com foco na energia fotovoltaica;	Pesquisas bibliográfica e documental; Estudo de casos; Entrevistas; Questionários; Triangulação dos Dados e Método funcional do direito comparado.
OE2. Comparar os marcos regulatórios relativos à temática da geração distribuída na União Europeia (com foco na Itália) com a legislação implementada no Brasil;	Pesquisas bibliográfica e documental; Estudo de casos e Método funcional do direito comparado.
OE3. Acompanhar e comparar dois projetos de geração distribuída em comunidades populares, um no Brasil e outro na Itália;	Pesquisas bibliográfica e documental; Estudo de casos; Entrevista; Questionários, Análise de Impacto Regulatório em relação à Resolução ANEEL 4.385/2013, Triangulação dos Dados e Método funcional do direito comparado.
OE4. Formular propostas de regulatórias alternativas para o marco legal do setor elétrico brasileiro, com foco na geração distribuída fotovoltaica.	Pesquisas bibliográfica e documental; Entrevista; Questionários, Análise de Impacto Regulatório em relação às proposições apresentadas e Triangulação dos Dados.

Fonte: Elaboração Própria

Entende-se que as técnicas e os instrumentos de pesquisa aplicadas permitiram a construção dos resultados aqui apresentados e a publicação dos artigos científicos indicados no Apêndice H. O percurso realizado permitiu a presente estruturação do trabalho e a consecução integral de seus objetivos.

Entende-se também que a experiência no exterior, além da possibilidade de colaboração e acompanhamento da implantação dos projetos *Neighborhood Economics e GECCO: Green Energy Community*, respectivamente com a UNIMORE, UniBo e AESS, agregaram sobremaneira ao trabalho desenvolvido na presente tese, em especial na construção das propostas regulatórias aqui apresentadas entre os seus resultados, conforme será detalhado nas linhas que se seguem.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

“Clean energy transitions will fail if they are not focused on people”. Fatih Birol - Executive Director at International Energy Agency (IEA), 03/2021⁴⁴

4.1 DOS RESULTADOS DA REVISÃO SISTEMÁTICA DA BIBLIOGRAFIA

A existência de vasta bibliografia sobre a temática da transição energética e da energia solar, além da evolução constante de aspectos tecnológicos, regulatórios e da sua inserção na matriz brasileira e mundial, bem como das propostas apresentadas para a reforma do setor e os projetos de lei em tramitação no Congresso Nacional exigiu intenso trabalho na seleção do material utilizado e atualização constante da revisão de literatura e, conseqüentemente, do presente texto. Para além disto, o tema relativo ao aquecimento e da transição energética para uma sociedade de baixo carbono também se constituem em *hot topics* atuais, contando com inúmeros estudos e relatórios periódicos sobre a matéria, impondo a necessidade de uma atualização e revisão constante em mérito à matéria.

Entretanto, apesar quantidade significativa de estudos sobre os temas quando apurados de forma individual, poucos relacionam diretamente a inserção da energia solar, em sua modalidade distribuída, com a reforma do marco legal brasileiro. De fato, até o momento, e pelo que foi investigado, não foi encontrado nenhum trabalho que trate especificamente dos instrumentos de inserção da geração solar distribuída, no contexto da reforma do setor elétrico brasileiro, abordando a questão da transição energética e da participação dos usuários através de esquemas coletivos.

Sem embargo, diversos trabalhos correlatos ou ligados à temática de estudo foram encontrados mediante a ampla pesquisa bibliográfica utilizando-se da plataforma virtual *Science Direct*. Os resultados da busca de literatura encontram-se sintetizados a seguir.

Tabela 18 - Resumo dos resultados encontrados pela pesquisa na plataforma virtual Science Direct

Termos empregados na pesquisa	Artigos Publicados no Período 1981 - maio 2021	Mais antigo - Ano (Qte)	Mais novo – Ano (Qte)
-------------------------------	--	-------------------------	-----------------------

⁴⁴ “As transições de energia limpa falharão se não estiverem focadas nas pessoas” (Tradução livre feita pelo Autor). Disponível em: https://www.linkedin.com/pulse/clean-energy-transitions-fail-focused-people-fatih-birol/?utm_campaign=IEA%20newsletter&utm_source=SendGrid&utm_medium=Email

"renewable energy"	311.699	1981 (226)	2021 (29.238)
"solar energy"	162.456	1981 (1.676)	2021 (10.973)
"distributed generation"	13.700	1981 (4)	2021 (1.193)
"energy communities"	2.493	1981 (26)	2021 (279)
"energy transition"	21.067	1981 (138)	2021 (2.196)
"infrastructure"	442.509	1981 (748)	2021 (31.851)
"electric matrix"	150	1981 (3)	2021 (9)
"legal framework of the electricity sector"	8	1981 (0)	2021 (1)
Resolution ANEEL 4385/2014	2	1981 (0)	2021 (1)
"low carbon society"	1.597	1981 (0)	2021 (135)
"solar energy" e "distributed generation"	3.498	1981 (0)	2021 (331)
"renewable energy" e "distributed generation"	9.565	1981 (0)	2021 (936)
"solar energy", "distributed generation" e "Brazil"	634	1981 (0)	2021 (50)
"renewable energy", "distributed generation" e "Brazil"	1.177	1981 (0)	2021 (103)
"renewable energy", "distributed generation" e "electric matrix"	25	1981 (0)	2021 (1)
"solar energy", "distributed generation", "electric matrix" e "Brazil"	18	1981 (0)	2021 (2)
"renewable energy", "distributed generation" e "energy transition"	855	1981 (0)	2021 (142)
"renewable energy", "distributed generation" e "legal framework of the electricity sector"	4	1981 (0)	2021 (1)

Fonte: Elaboração Própria, em fevereiro 2021

Salienta-se que, dos 04 (quarto) trabalhos que foram encontrados a partir da utilização das palavras-chave *"renewable energy"*, *"distributed generation"* e *"legal framework of the electricity sector"*, 01 (um) era do próprio autor e os demais foram utilizados, em que pesem, as publicações abordavam as aspectos específicos do Estado de Minas Gerais, antes da

regulamentação do sistema de compensação⁴⁵, uma comparação entre as regulamentações e políticas de diferentes nações em relação à promoção da geração distribuída da América Latina e Caribe⁴⁶. O terceiro, apesar de ter seu foco na hibridização entre a fonte eólica e solar em larga escala, foi utilizado para o entendimento dos conceitos comuns aplicados as fontes renováveis de modo geral e da necessidade e sinergias obtidas na complementariedade entre as fontes⁴⁷.

Em que pese atendam simultaneamente aos critérios de pesquisa associados aos termos "*renewable energy*", "*distributed generation*" e "*legal framework of the electricity sector*", nenhum deles foca no setor elétrico brasileiro e nem propostas de regulação para a GD no Brasil, restando claro o ineditismo do presente estudo e sua contribuição ao meio acadêmico.

É importante destacar também que não foi localizado nenhum estudo que abordasse a Resolução ANEEL n. 4.385/2013 (ANEEL, 2013), a não ser os dois publicados pelo Autor ao longo do Doutorado⁴⁸. De igual forma, não foi localizado nenhum artigo que trate do Projeto GECCO: Green Energy Community a Bolonha.

4.2 DAS ENTREVISTAS REALIZADAS NO BRASIL E ITÁLIA

Desde o início das pesquisas, buscando identificar os elementos-chave que podem viabilizar ou dificultar a GD na matriz elétrica brasileira, possibilitando, assim, a definição de estratégias e propostas normativas que possam dar tratamento legal adequado à temática da GD solar no setor elétrico, foram elaborados os roteiros de perguntas e realizadas algumas entrevistas, conforme detalhado na planilha abaixo.

O objetivo principal das entrevistas foi conhecer e compreender em profundidade as narrativas de grupos e atores locais, acessando os “fatos” e obtendo informações relevantes, bem como validar as propostas e conclusões apresentadas neste estudo. A Tabela 19 e a Tabela 20 resumem as entrevistas realizadas no Brasil e na Itália, respectivamente.

⁴⁵ Review of the photovoltaic energy program in the state of Minas Gerais, Brazil, Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2011. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2011.03.003>

⁴⁶ A proposed index to evaluate the state of legislation fostering distributed generation in Latin America and the Caribbean, The Electricity Journal, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.tej.2016.02.007>

⁴⁷ Combining wind and solar energy sources: Potential for hybrid power generation in Brazil, Utilities Policy, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.jup.2020.101084>

⁴⁸ Vide item “4.2.3 Resultados das pesquisas de campo no Brasil e na Itália” do presente trabalho.

Tabela 19 - Sumário de Entrevistas da Pesquisa no Brasil

Resumo das entrevistas da pesquisa realizadas no Brasil							
Ente / Instituição	Data	Número de entrevistados	Função / Posição	Temas da Entrevista	Expectativa a respeito da GD	Visão sobre o tema	Registro na Entrevista
ANEEL	22/mar/17	2	Analista Regulatório	ProGD, P. Juazeiro, <i>Net Metering</i> e outros	Promissora	Positiva	Gravada
MME	22/mar/17	1	Coordenador de Fontes Renováveis	ProGD, P. Juazeiro, <i>Net Metering</i> e outros	Promissora	Positiva	Gravada
ONS	23/mar/17	1	Analista de Operações	<i>Net Metering</i> e operação do SIN	Cautelosa	-	Anotações. Gravação não autorizada.
BRASIL SOLAIR	01/jun/17	1	Engenheiro de Empresa	Projeto Juazeiro e outros	Promissora	Positiva	Gravada
COND. MORADA DO SALITRE	02/jun/17	2	Síndico do condomínio e instalador fotovoltaico residente	Projeto Juazeiro e situação dos moradores	-	-	Gravada
COND. PRAIA DO RODEADOURO	01, 02 e 03 Jun 2017	5	02 Ex-Síndicos do Condomínio e 03 moradores que participaram da instalação e manutenção dos sistemas.	Projeto Juazeiro e situação dos moradores	-	-	Gravada
G6 ENGENHARIA	01/nov/17	1	Diretor de Operações da Empresa	Projeto Juazeiro - Aspectos técnicos do planejamento e possibilidades de reconexão	Promissora	-	Anotações (realizada por telefone com esclarecimentos por e-mail).
COELBA	16/nov/17	3	Responsável setor Cliente Corporativo (1) e Setor de Regulação (2)	ProGD, P. Juazeiro, <i>Net Metering</i> e outros	Cautelosa	Positiva	Notas e esclarecimentos posteriores por e-mail. Gravação não autorizada.
CEF	09/fev/18	1	Gerente Executivo - Sustentabilidade e Responsabilidade Ambiental	Projeto Juazeiro	-	Positiva	Anotações (realizada por telefone com esclarecimentos por e-mail).
Estudiosos/Experts	27 Fev e 23 Abril 2018	2	Professors	GD, Net metering e validação das propostas	Promissora	Positiva	Gravada
Total de 19 entrevistas conduzidas no Brasil							

Fonte: Elaboração Própria

Tabela 20 - Sumário de Entrevistas da Pesquisa na Itália

Resumo das entrevistas da pesquisa realizadas na Itália							
Ente / Instituição	Data	Número de entrevistados	Função / Posição	Temas da Entrevista	Expectativa a respeito da GD	Visão sobre o tema	Registro na Entrevista
Agência de Desenvolvimento Pilastró	Nov 16, 2018	2	Representante Agência Pilastró	Projeto de Comunidade Energética do Pilastró	-	Positiva	Gravada
Pilastró District	Dec 04 and 06, 2018	2	Moradores	Situação dos Moradores e Projeto de CE	-	Positiva	Notas. Informal (durante a visita de campo)
AESS	Fev 19, 2019	3	01 Engenheiro, 02 Gerentes de Projeto	Projeto NE e Projeto de CE no Pilastró	Promissora	Positiva	Gravada
Pilastró Blog	Oct 22, 2019	1	Representante Pilastró Blog	Barreiras estruturais do Distrito e Projeto GECO	-	Positiva	Gravada
Fattoria Urbana Pilastró	Nov 25, 2019	1	Representante Fattoria Urbana	Barreiras estruturais do distrito, projetos em andamento e P. GECO	-	Positiva	Gravada
Legambiente Emilia Romagna	Nov 25, 2019	1	Representante Legambiente ER	Barreiras estruturais do distrito, projetos em andamento e P. GECO	-	Positiva	Gravada
RSE	Fev 18 and May 07, 2020	2	Membro do Conselho de Administração e Analista de Regulação	Esquemas Coletivos de Energia e Validação de propostas	Promissora	Cautelosa	Notas. Gravação não autorizada
Estudiosos/Experts	May 13, 2020	1	Professor e Advogado	GD, Esquemas Coletivos de Energia e Validação de propostas	Promissora	Positiva	Gravada
Total de 13 entrevistas conduzidas na Itália							

Fonte: Elaboração Própria

As 32 entrevistas, portanto, foram guiadas por um roteiro pré-estabelecido, e registradas por meio de áudio ou notas, de acordo com a aquiescência do entrevistado, obtidas com base no termo de consentimento livre e esclarecido. Os entrevistados foram selecionados por características e conhecimentos particulares sobre os temas em investigação e os estudos de caso selecionados.

É importante destacar que os roteiros das entrevistas não eram uniformes, tendo sido construídos em cada caso especificamente para o interlocutor a ser entrevistado, de forma a aproveitar os conhecimentos específicos de cada um e extrair o máximo de informações em relação aos “fatos vividos” e suas opiniões individuais sobre os temas. Também buscou-se dar liberdade ao entrevistado para que pudesse agregar informações que considerasse pertinentes aos temas. Como fio condutor e para criar um elemento comum entre as entrevistas, quase todos os roteiros apresentam duas perguntas comuns sobre “a expectativa em relação à geração distribuída” e a “visão em relação ao tema das comunidades de energia ou geração

compartilhada”. Os tópicos abordados e as respostas de cada um estão resumidos na Tabela 19 e na Tabela 20.

Dentre as respostas obtidas nas entrevistas, destacam-se aqui três que exemplificam os diferentes níveis, facetas e ângulos acessados pela pesquisa ao longo de sua trajetória e que, juntas, desvelam a linha que se buscou para contribuir com o tema.

Falando sobre as barreiras à inserção da GD, Andrade Filho (2017), coordenador de fontes renováveis do Ministério de Minas e Energia (MME), afirma:

“O grande obstáculo é linha de crédito. (...) Mas tem também o tema do acesso à informação. Se não conhece, então não tem acesso. Eu falo que o problema é o financiamento, mas quem enxerga isso é quem já tem acesso, quem tem poder aquisitivo, quem tem uma situação melhor. Se você vai nos bairros pobres ninguém vai fazer isso (Geração Distribuída). E aí você começa a pensar...Mas poxa esse negócio então é só para os ricos? E a hora que você começa, se todos os ricos instalarem quem vai pagar a conta?”

Por sua vez, a representante da Agência de Desenvolvimento do Pilastro, Chloy Vlamidis (2019), afirma: *“Aqui tem gente que está em situação de pobreza energética. Portanto, a comunidade energética também pode ajudar a mover-se em uma direção de mudança duradoura em direção a energia de baixo custo para todos”*⁴⁹.

Em relação à validação das propostas regulatórias apresentadas no presente estudo, o estudioso italiano Emmanuele Cusa (2020) destacou: *“Essas comunidades de energia vão começar e funcionar bem se criarem acordos comerciais com ESCo⁵⁰ ou com organismos especializados, porque não há dúvida de que é uma questão bastante complexa para os cidadãos”*⁵¹.

Fica claro, portanto, que é importante dotar a população mais vulnerável dos meios necessários (recursos financeiros, mas também conhecimento e assistência técnica) para fazer

⁴⁹ Original em Italiano: *“Qui ci sono persone che sono in condizione di povertà energetica. Quindi, la comunità energetica può anche aiutare a andare in una direzione di sopportare un cambiamento che vada verso una energia per tutti a basso costo”*.

⁵⁰ Energy Service Company – ESCo, “Empresa de serviços energéticos” em uma tradução livre. São empresas que fornecem uma ampla gama de soluções de energia, incluindo projetos e implementação de projetos de economia de energia, retrofitting, conservação de energia, terceirização de infraestrutura de energia, geração e fornecimento de energia e gestão de riscos. Via de regra, operam através de soluções financeiras inovativas, que permitem que parte ou mesmo a integralidade do investimento necessário a realização do intervento energético seja pago através da economia obtida pelo cliente em razão do intervento em sua conta de energia.

⁵¹ Original em Italiano: *“Queste comunità energetiche partiranno e funzionarono se se crea dei accordi commerciali con ESCo o con realtà specializzate. Perché non che dubbio che è un tema abbastanza complesso per il cittadino”*.

uso dos esquemas energéticos coletivos disponibilizados pela regulação, especialmente no sentido de atenuar situações de pobreza energética em ambos os países.

4.3 DOS ESTUDOS DE CASO REALIZADOS NO BRASIL E ITÁLIA

4.3.1 Síntese do projeto de Geração de Energia e Renda em Juazeiro, Bahia, Brasil

Juazeiro é um município do estado da Bahia, localizado no sertão do Nordeste do Brasil, na região submédica da bacia do rio São Francisco ($09^{\circ} 24' 42'' S$ e $40^{\circ} 29' 55'' W$), com irradiação solar de $5,37 \text{ kWh} / \text{m}^2$ por ano e temperatura média anual de $24,8^{\circ} \text{C}$ (COBESA, 2018). Atualmente, estima-se que sua população seja de 215.183 habitantes (IBGE, 2019). Em 2016, apenas 16,7% da população estava ocupada, enquanto 41,7% tinham renda per capita média de até meio salário mínimo (equivalente a US\$ 65,07). De acordo com o último censo (IBGE, 2019), apenas 64,2% dos domicílios de Juazeiro estavam ligados a rede de esgoto adequado e apenas 10,4% dos domicílios urbanos estavam em vias públicas com infraestrutura urbana adequada (presença de bueiro, calçada, pavimentação e meio-fio).

Figura 27 - Vista aérea da cidade de Juazeiro, Brasil, com a localização dos condomínios em vermelho



Fonte: Google Maps em 10 de junho de 2020

Figura 28 - Prédios de habitação popular no condomínio Morada do Salitre em Juazeiro, Bahia, Brasil



Fonte: Foto do Autor, em 04 outubro, 2017

O Programa de Geração de Renda e Energia nos condomínios Morada do Salitre e Praia do Rodeadouro, como projeto piloto, foi autorizado por um período de 36 meses, a partir do momento da publicação da Resolução ANEEL n. 4.385, em 22 de outubro de 2013.

Durante o programa, houve a capacitação de 10 moradores locais dos condomínios, principalmente mulheres, para realização da instalação dos painéis e manutenção do sistema e foi testado um novo modelo de negócio, por meio de autorização especial para comercialização da energia gerada pelos sistemas fotovoltaicos instalados nas coberturas (ANEEL, 2012). A receita operacional auferida foi destinada à redução das desigualdades sociais por meio de transferências de receita para os condomínios e moradores, para a criação de infraestrutura comunitária e redução da pobreza. A energia das micro turbinas eólicas foi direcionada para as instalações comuns, ou seja, os centros comunitários e as quadras de esportes.

O Projeto Piloto entrou em operação em fevereiro de 2014 (quatro meses após sua aprovação) e vendeu a energia gerada na Câmara de Comercialização de Energia Elétrica - CCEE por meio de processo de liquidação de diferenças da CCEE, até outubro de 2016, perfazendo um total de 32 meses (ANEEL, 2012). O projeto, com potência total de 2,1MW é considerado a primeira planta de GD FV no Brasil.

O plano inicial era vender toda a energia gerada para a distribuidora local (COELBA) por meio de chamada pública ou vender no ambiente de contratação livre - ACL para as agências

bancárias da CAIXA (ANEEL, 2012, Cunha *et al.*, 2017). No entanto, nenhuma das opções previstas na fase de planejamento foi executada pela Brasil Solair durante a fase de operação e a energia foi “vendida” no mercado de curto prazo pelo Preço de Liquidação de Diferenças (PLD), que é aplicado à energia gerada e entregue à rede que não foi comercializada (energia não contratada) e corresponde ao menor preço praticado pelo mercado no período. A energia elétrica não foi fornecida diretamente aos moradores dos condomínios por meio do sistema de compensação, por serem estes beneficiários da TSEE, além da busca por evitar um consumo excessivo por partes destes e maximizar a geração de renda.

A receita total do projeto foi de US\$ 985.555,00, o equivalente a US\$ 30.798,59 por mês. O condomínio recebeu 40% da receita auferida e os outros 60% foram divididos entre as 1000 unidades habitacionais, de forma que cada família recebeu US\$591,33, o equivalente a uma média de US\$18,48 por mês (ANEEL, 2012). (A taxa de conversão utilizada foi de US\$1,0 para R\$3,18 em 31/10/2016.)

O referido programa foi autorizado como projeto piloto com prazo fixo de 3 anos para comercialização da energia elétrica gerada, após o qual seria ajustado para atendimento à legislação nacional. Acontece que tal adaptação jamais fora realizada até a presente data, de modo que o sistema encontra-se desconectado. Houve pedido de prorrogação de prazo formulado pela Brasil Solair, 3 dias após o prazo do piloto, mas foi negado pela Diretoria da ANEEL, apesar do posicionamento favorável da área técnica reguladora da agência.

Entre o final do projeto piloto (outubro de 2016) e a desconexão do sistema da rede de distribuição (janeiro de 2017), transcorreram três meses, durante os quais, apesar de injetar energia na rede, os condomínios e seus moradores não receberam qualquer pagamento pela energia entregue.

As adaptações necessárias à reconexão ainda não foram realizadas e o sistema fotovoltaico encontra-se desconectado, não gerando energia, nem receita, nem qualquer benefício para os moradores dos condomínios ou ao SIN. Isso não só colocou os moradores em uma situação financeira e social difícil, interrompendo o investimentos na comunidade, como manutenção e limpeza de áreas comuns, capacitação profissional dos moradores, atividades sociais e de lazer nas respectivas comunidades, como também criou um ambiente de incompreensão e insatisfação geral quanto às causas da interrupção da receita. Tal fato, também ameaçou a integridade das instalações do sistema, algumas das quais foram destruídas e sucateadas pelos próprios moradores.

Figura 29 - Equipamentos vandalizados no Centro Comunitário Morada do Salitre



Fonte: Foto do Autor, em 04 outubro, 2017

Figura 30 – Exemplo ilustrativo do estado dos quadros de medidores em uma unidades dos condomínio Praia do Rodeadouro



Fonte: Foto do Autor, em 04 outubro, 2017

Figura 31 – Painéis fotovoltaicos retirados de uma unidade dos condomínios Morada do Salitre

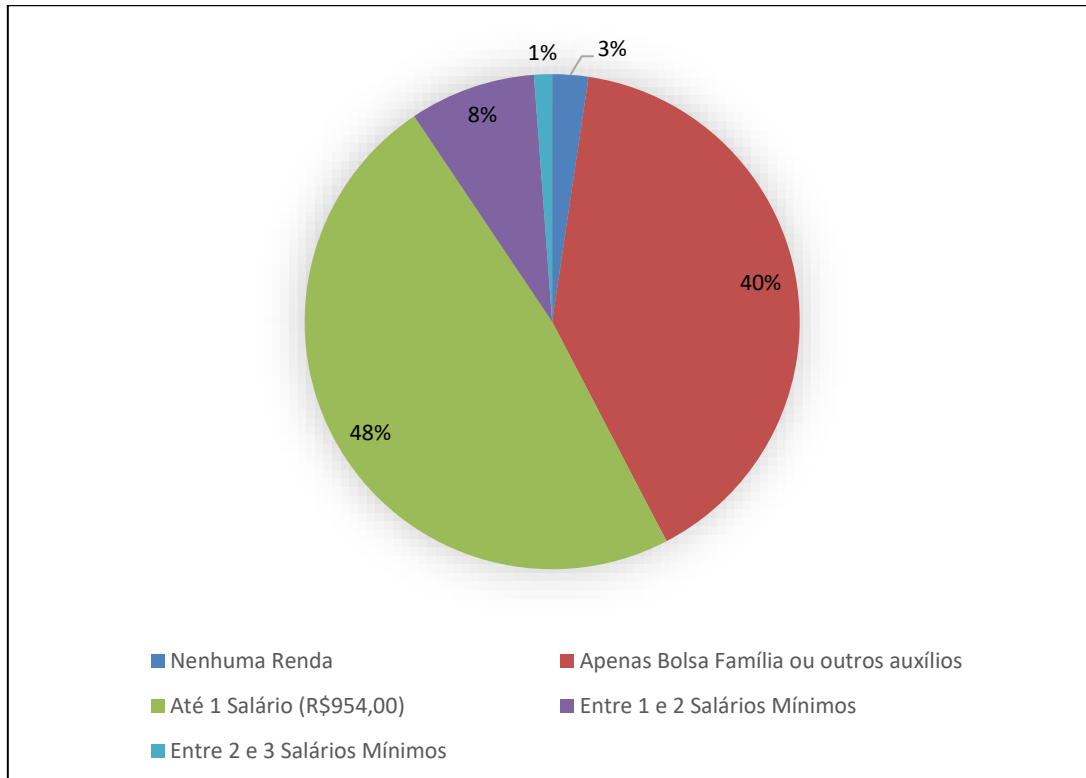


Fonte: Foto do Autor, em 04 outubro, 2017

Para conhecer melhor a comunidade de Juazeiro, foram aplicados 1000 questionários semiabertos, distribuídos porta a porta, a todas unidades dos condomínios em outubro de 2018. Foram obtidas 93 respostas, o equivalente a quase 10% da amostra.

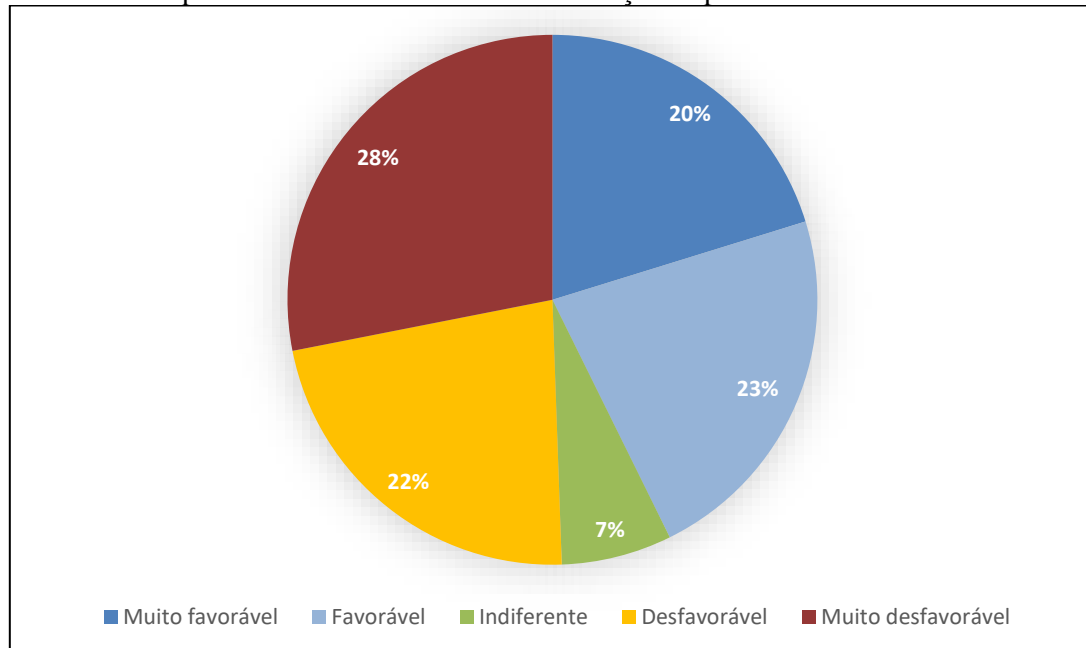
Analisando as respostas, foi possível observar que 48% dos residentes participantes entenderam a renda extra obtida com o programa como relevante e que 40% viviam exclusivamente de empregos esporádicos e ajuda governamental (Bolsa Família) que totalizava uma renda de US\$72,32 por mês (Gráfico 4). No Gráfico 5, pode-se observar que 43% dos respondentes foram favoráveis ao projeto, 50% foram desfavoráveis e 7% foram indiferentes. Pode-se observar que o percentual de aprovação do projeto corresponde à parcela dos moradores que mais necessita de auxílio financeiro. Na verdade, para eles a renda média mensal do projeto representou um aumento de aproximadamente 25% na renda familiar.

Gráfico 4 - Renda mensal familiar dos moradores



Fonte: Elaboração própria, com base dos dados do questionário aplicados nos Condomínios (Apêndice D)

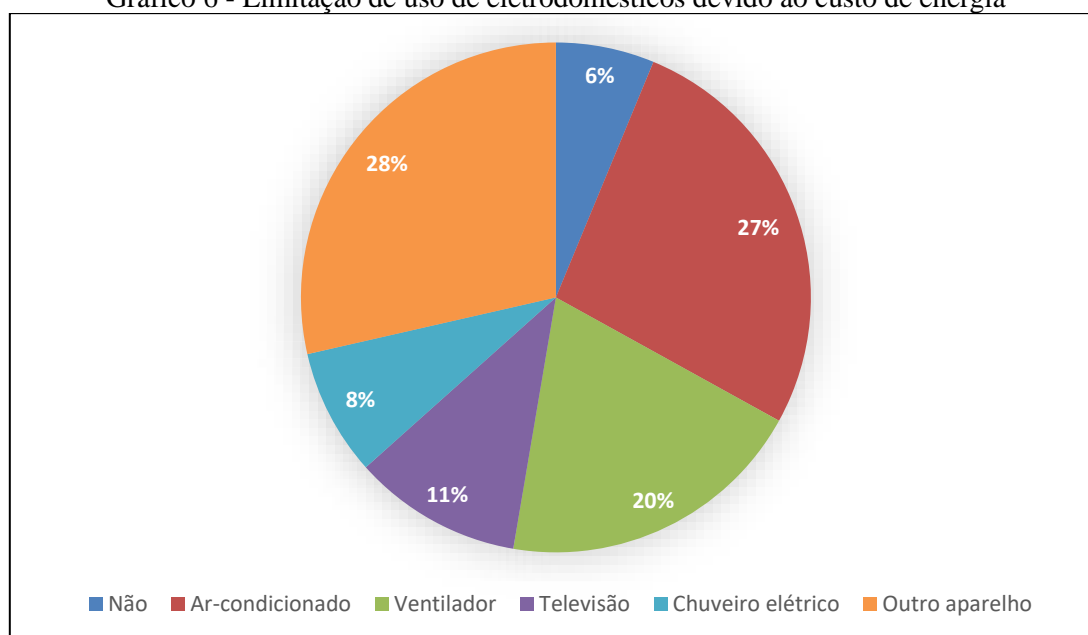
Gráfico 5 - Opiniões dos moradores sobre a instalação de painéis solares nos condomínios



Fonte: Elaboração própria, com base dos dados do questionário aplicados nos Condomínios (Apêndice D)

Quanto ao acesso à água quente, 62% dos domicílios relataram que não costumam aquecer a água de forma alguma, enquanto 26% informaram que aquecem a água do banho por meio de aparelho elétrico. Ainda em relação à água quente, 12% relataram que limitaram o uso do chuveiro elétrico devido ao custo da energia e também o mesmo percentual relatou que consideraria a instalação de um, caso o custo da eletricidade fosse menor, como pode ser observado respectivamente no Gráfico 6 e Gráfico 7.

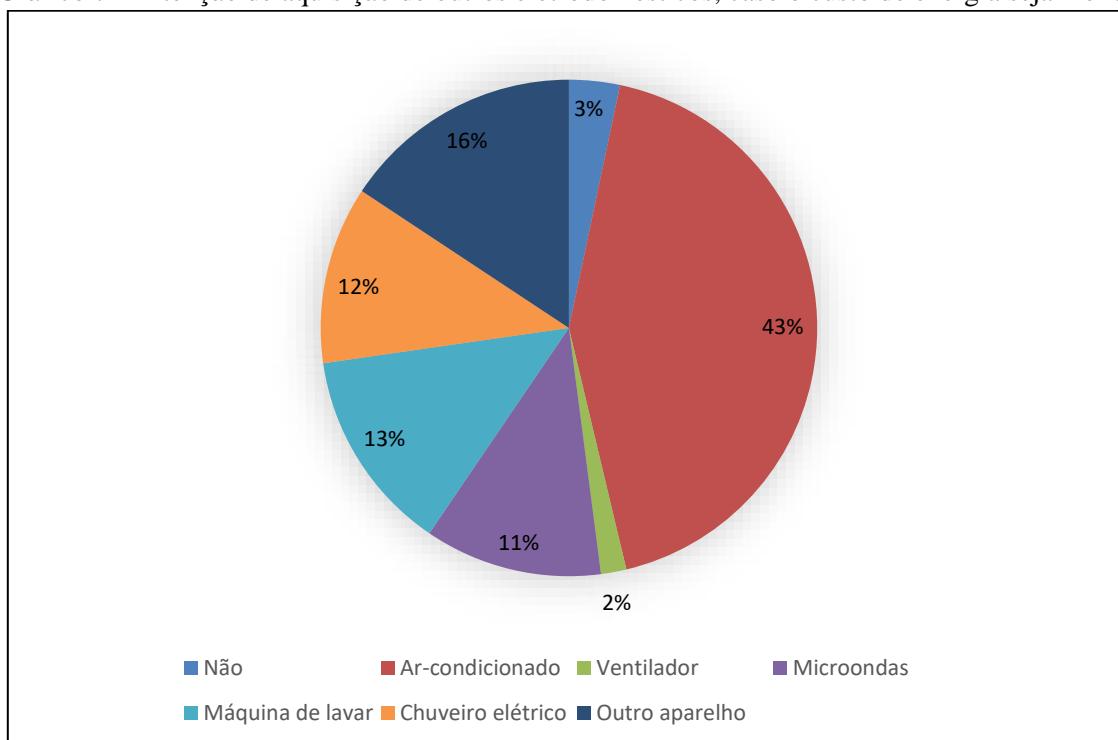
Gráfico 6 - Limitação de uso de eletrodomésticos devido ao custo de energia



Fonte: Elaboração própria, com base dos dados do questionário aplicados nos Condomínios (Apêndice D)

Em relação ao conforto térmico na residência, 67% das famílias consultadas sentem-se insatisfeitas, enquanto para apenas 14% o aquecimento e refrigeração parecem adequados. Além da insatisfação com a interrupção abrupta da renda obtida com o programa, outro fator que explica a alta rejeição dos moradores ao projeto é a influência dos painéis solares na temperatura da residência, uma vez que 52% das famílias questionados acreditam que os painéis solares emitem calor, agravando a questão do conforto térmico. Esse percentual está em linha com o percentual de famílias que rejeitam o programa.

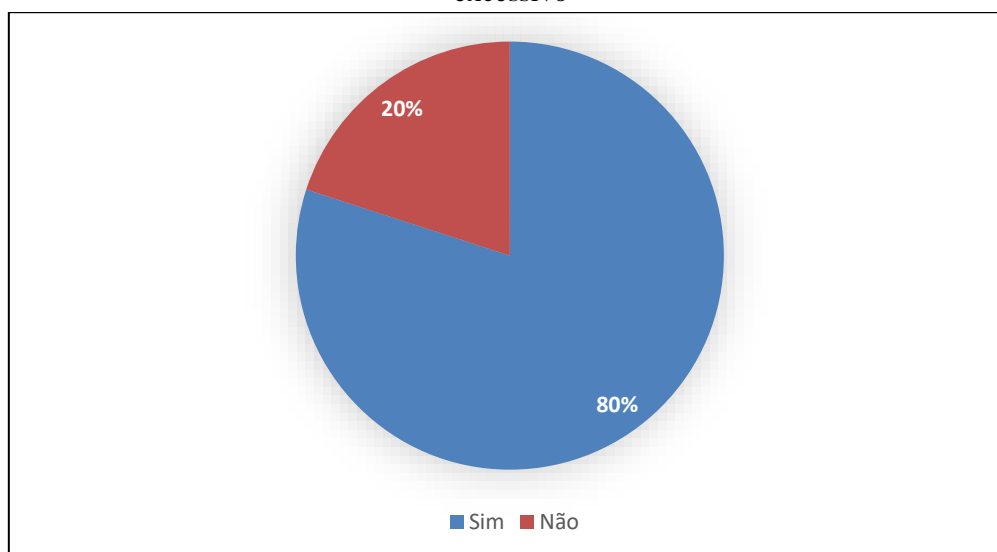
Gráfico 7 – Intenção de aquisição de outros eletrodomésticos, caso o custo de energia seja menor.



Fonte: Elaboração própria, com base dos dados do questionário aplicados nos Condomínios (Apêndice D)

Outro aspecto importante revelado na pesquisa é que 87% das famílias disseram que deixaram de usar eletrodomésticos para economizar energia (Gráfico 6). Além disso, 52% das famílias relataram que comprariam um ar condicionado se o custo da energia fosse menor (Gráfico 7).

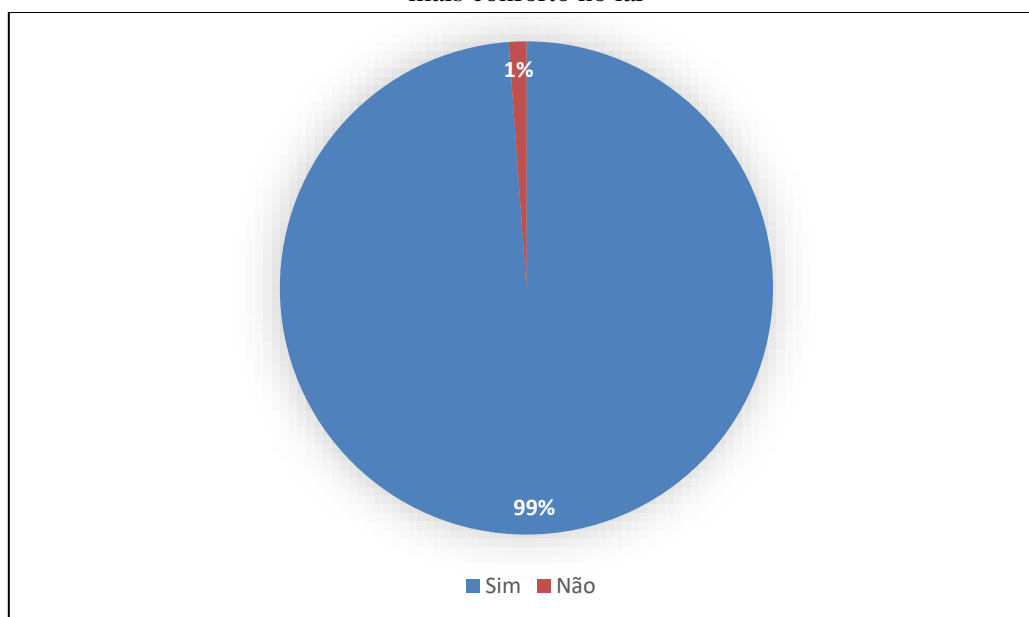
Gráfico 8 – Porcentagem de pessoas que afirmaram que já evitaram ficar em casa por causa do calor excessivo



Fonte: Elaboração própria, com base dos dados do questionário aplicados nos Condomínios (Apêndice D)

Vale destacar também que praticamente todas as famílias consultadas (99%) acreditam que teriam mais conforto em casa se o gasto com energia fosse menor, conforme se observa no Gráfico 9 e, do total questionado, 80% afirmaram que já evitam ficar em casa devido ao calor excessivo (Gráfico 8). Além disso, 54% dos entrevistados relataram interrupção no fornecimento de energia elétrica em sua residência nos últimos dois anos.

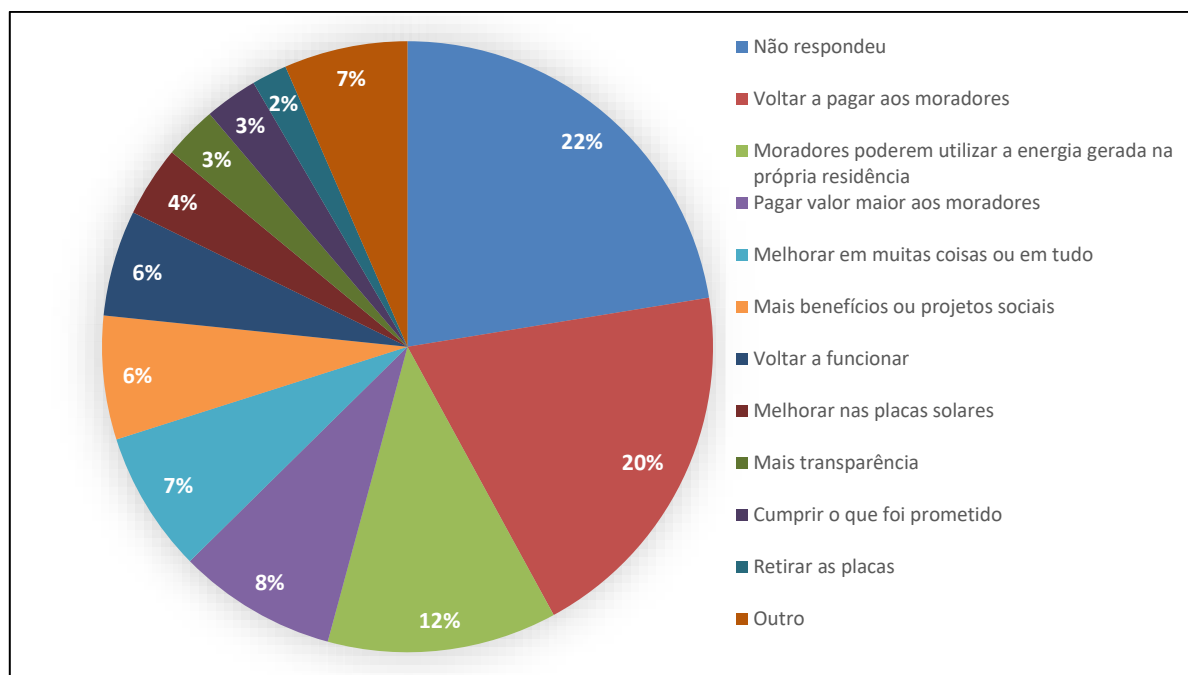
Gráfico 9 – Porcentagem de pessoas que afirmaram que menores gastos com energia possibilitariam mais conforto no lar



Fonte: Elaboração própria, com base dos dados do questionário aplicados nos Condomínios (Apêndice D)

Portanto, a situação de pobreza não é igual entre todos os moradores - alguns sem aparelhos de conforto térmico (chuveiro elétrico e condicionador de ar) e com dificuldade de pagar a conta de luz, enquanto outros sonham em instalar ar condicionado. Todavia, a situação de escassez de energia na comunidade estudada é generalizado e evidente. Os dados recolhidos também demonstraram que teria sido importante pensar em outras alternativas, como soluções para o aquecimento das águas dos banhos, como os sistemas termossolares e, sobretudo, que se permitisse o autoconsumo da energia gerada diretamente pelos residentes, pois há um grande consumo reprimido de energia elétrica, característico de situações de pobreza energética. O autoconsumo da energia gerada também traria um benefício adicional para toda a sociedade brasileira, na medida em que os moradores não seriam mais beneficiários da TSEE.

Gráfico 10 – Sugestões dos moradores para aprimoramento do projeto



Fonte: Elaboração própria, com base dos dados do questionário aplicados nos Condomínios (Apêndice D)

O Gráfico 10 mostra que, quando questionados sobre sugestões de melhorias para o projeto, 20% achavam que o pagamento aos moradores deveria ser retomado, 12% sugeriam que os moradores poderiam usar a energia gerada na própria residência e 6% gostariam que o projeto fornecer mais benefícios sociais. Apenas 2% dos que responderam ao questionário sugeriram a remoção dos painéis solares.

Portanto, apesar da grande insatisfação com o resultado do Programa, devido ao seu encerramento abrupto e à crença de que os painéis influenciam a temperatura das casas, poucos moradores querem que os sistemas fotovoltaicos sejam retirados de suas casas. Na verdade, o principal desejo é a reativação do sistema para possibilitar a geração de renda para os condomínios e moradores mais uma vez.

No entanto, entende-se que o elevado percentual de famílias que não souberam opinar (22%) junto com aquelas que pedem melhorias gerais, transparência e cumprimento das promessas feitas, que juntas somam 20%, também demonstra o quão incompreendido é o projeto pela população residente. Na verdade, durante as entrevistas com os moradores, já havia sido observado que nem mesmo as síndicas, os condôminos que acompanharam a implantação do programa, nem os moradores que foram treinados e participaram da instalação e manutenção do sistema, sabiam dos fundamentais aspectos do empreendimento, como o prazo de operação pré-definido de 3 anos, o fato de não haver garantias de que a autorização para comercialização da energia se estenderia para além desse prazo (e, portanto, da receita obtida pelos condomínios

e moradores), que intervenções físicas para adequações técnicas para adequar o sistema à legislação seriam necessárias para a continuidade do funcionamento do sistema ou porque a instalação não foi realizada de forma a permitir o autoconsumo da energia.

Pelas entrevistas com os moradores e o curto espaço de tempo entre a aprovação na ANEEL e a implantação, fica claro que o projeto foi realizado com uma abordagem imposta pelo desenvolvedor (*top-down*), tendo sido implantado após uma única reunião do condomínio para “explicar” e “aprovar” o projeto entre os moradores. Conseqüentemente, o projeto sempre foi visto como um “presente” da CAIXA e da Brasil Solair. Isso tem dificultado a real apropriação do projeto pelos moradores, aspecto que, aliado ao baixo nível educacional e social, impede de realizar ações concretas para exigir as adaptações necessárias à sua reativação, com exceção da ação de um pequeno grupo de moradores do Condomínio Praia do Rodeadouro, liderado pela Sra. Raimunda Alves Milet e por meio da associação de mulheres deste condomínio (Vide Apêndice F).

A análise conjunta da Resolução ANEEL n. 4.385/2013, que autorizou o Programa de Geração de Renda e Energia e a disciplina do sistema de compensação (Resolução ANEEL 482/2012, atualizada pela Resolução ANEEL 687/2015), apontam soluções que poderiam ser aplicadas à questão dos Condomínios de Juazeiro. Desde janeiro de 2016, a regulamentação brasileira autorizou o compartilhamento da geração (forma de autoconsumo coletivo através do sistema de compensação) e o autoconsumo remoto (quando a geração se dá em um local e o consumo em outro, por compensação).

É importante destacar que, no caso dos condomínios, adaptar as instalações do sistema doméstico para compensar a energia gerada individualmente por seus painéis de telhado não é economicamente viável, devido ao grande investimento necessário para fazê-lo, estimado em US\$ 399.680,23 (R\$1.500.000,00 na taxa de conversão de 19.01.2019, US \$ 1,0 = R \$ 3,75). Além disso, tal solução não resolve a questão dos créditos excedentes que seriam gerados, uma vez que o sistema fotovoltaico produz 3 vezes mais energia do que é consumido pelos moradores (ANEEL, 2012).

Durante a pesquisa, foram sugeridas possíveis soluções para a situação atual dos condomínios, dentro do atual marco regulatório, as quais encontram-se detalhadas no artigo “Energia solar em Juazeiro/Bahia: rotas e alternativas para os condomínios Praia do Rodeadouro e Morada do Salitre”⁵² publicado na Revista de Desenvolvimento Econômico (Cunha et al., 2017), a saber: (i) a venda de energia para a COELBA, por meio de chamada

⁵² Disponível em: <https://revistas.unifacs.br/index.php/rde/article/view/5382>

pública (art. 14 do Decreto Federal 5163/2004) realizada pela COELBA, com base nos Valores Específicos de Referência Anuais (VRES) do MME, Portaria n. 538/2015; (ii) a venda dos equipamentos e painéis para terceiro (s), com a locação da área (cobertura) onde estão instalados; (iii) a locação dos equipamentos, painéis e coberturas para o(s) terceiro(s), permitindo a compensação pela energia gerada em favor deste, mantendo a propriedade dos equipamentos pelos condomínios; e (iv) a criação de uma cooperativa formada por moradores de condomínios e outras pessoas, como outros condomínios MCMV da região, compensando os créditos gerados por autoconsumo remoto (Resolução 482/2012, Art. 2º VII e Art. 6º, III).

Cabe destacar também que o principal diferencial do programa analisado certamente é a possibilidade de reduzir a desigualdade social, ao mesmo tempo em que gera renda e energia em uma área economicamente desfavorecida e com grande potencial solar. Esses aspectos justificam o esforço em encontrar soluções e ajustes para o modelo, a fim de replicá-lo com maior sucesso em outras localidades, uma vez que a construção de um futuro sustentável, ambientalmente correto, economicamente viável e socialmente justo se assenta na implementação do melhor *mix* de fontes renováveis disponíveis, bem como em políticas que efetivamente priorizem soluções sustentáveis, eficientes e inteligentes, através de uma visão holística das questões de energia e pobreza.

O projeto analisado nos condomínios Morada do Salitre e Praia do Rodeadouro em Juazeiro apontam para um caminho de construção de uma rede elétrica moderna e descarbonizada que ao mesmo tempo gera energia e alivia a pobreza em uma comunidade local.

Se o programa tivesse sido estendido ou planejado por um período mais longo, o investimento inicial poderia ter sido recuperado em 5 anos, além de gerar mais benefícios e renda para os condomínios e moradores.

Os novos programas governamentais devem garantir transparência e segurança aos beneficiários e real engajamento para melhorar tais iniciativas, e replicá-los em outros programas de moradia popular para avançar na implementação da Agenda 2030. No entanto, tais objetivos dificilmente serão alcançados sem estudos que tragam à luz a vivência e lutas dos projetos já implantados, possibilitando aprendizado por meio das experiências e forte engajamento dos cidadãos e da sociedade civil. Esses aspectos são complexos de se colocar em prática corretamente, mas têm o potencial de iniciar um ciclo de *feedback* positivo no setor de energia brasileiro, uma vez que políticas governamentais adequadas, cidadãos e iniciativas empresariais quando se apoiam mutuamente, podem impulsionar o investimento sustentável, promovendo ações climáticas e reduzindo a pobreza no Brasil.

Entende-se também que, apesar da crescente complexidade do cenário político brasileiro, é importante apoiar uma solução definitiva para os condomínios Morada do Salitre e Praia do Rodeadouro e avançar na transição energética para uma rede elétrica sustentável, inteligente e de baixo carbono em Juazeiro, na Bahia e no Brasil.

Como os artigos Cunha *et al.* (2017 e 2020) buscaram demonstrar, a existência de pelo menos quatro formas jurídicas diferentes pelas quais o sistema dos condomínios pode ser adaptado à legislação vigente.

Também é importante destacar que o projeto, quando estava em execução, teve impactos limitados na situação dos moradores, porém, se o tempo de operação tivesse sido maior e outras saídas fossem priorizadas, como a produção de água quente e arranjos técnicos que possibilitassem o autoconsumo da energia, os benefícios aos moradores teriam aumentado consideravelmente. Um arranjo mais eficiente, por exemplo, reduziria a necessidade de investimentos na fase de adaptação e possibilitaria o autoconsumo de energia aliado à venda do excedente de eletricidade, amenizando a questão da pobreza energética, gerando renda e reduzindo o custo de TSEE para o sistema.

É evidente que o Programa de Geração de Renda e Energia poderia ser aprimorado de diversas formas para melhor atender às necessidades dos condomínios e de seus moradores. A necessidade de adaptações de infraestrutura poderia ter sido reduzida significativamente, se o sistema tivesse sido projetado com isso em mente. No entanto, pequenas adaptações ainda parecem ser economicamente viáveis e, como se pode ver nos resultados, existem várias opções viáveis para a reconexão do sistema à rede.

Embora existam soluções possíveis dentro da legislação em vigor, como as supra mencionadas, é evidente que a prorrogação da autorização regulatória que permite a comercialização da energia, tal como feita ao longo do programa, evitaria alterações estruturais, proporcionando a solução mais simples e econômica para permitir a rápida reconexão do sistema dos condomínios. Tal solução poderia mesmo ser autorizada pela ANEEL excepcionalmente, tendo em vista o relevante interesse social em jogo, e apenas pelo período necessário para permitir que os condomínios obtenham os recursos financeiros necessários para realizar as mudanças técnicas no sistema “por si”, já que deveria ter sido realizado pela Brasil Solair ao final do tempo do projeto piloto.

Por fim, a partir da descrição e análise dos eventos ocorridos, com a publicação de artigos sobre este caso de estudo, buscou-se evitar que situações semelhantes voltem a acontecer no futuro, garantindo um melhor aproveitamento dos investimentos em energias renováveis e a otimização dos programas de erradicação da pobreza no Brasil. Futuros estudos são planejados

para investigar os resultados da eventual reconexão do sistema, para esclarecer as principais opções de *design* para mecanismos de incentivo de desempenho e para identificar opções novas ou emergentes à medida que a reforma do setor elétrico brasileiro avance.

4.3.2 Síntese do projeto GECO - Green Energy COMMunity, Bolonha, Itália

Bolonha é a principal cidade da região da Emília Romagna, localizada no centro-norte da Itália, no Vale do Pó ($44^{\circ} 29' 37''$ N e $11^{\circ} 20' 19''$ E), com irradiação solar de $3,6 \text{ kWh} / \text{m}^2$ por ano (GSE, 2016). Atualmente, estima-se que sua população seja de 380.000 habitantes. Pilastro é uma área popular no bairro de San Donato, onde 50% são trabalhadores, 10,32% de sua população estava desempregada e a renda total anual recebida pelos italianos (US\$ 24,03) era quase o dobro da dos imigrantes (US\$ 12,56) em 2016 (taxa de conversão a partir de 21.07.2019, US \$ 1,0 = € 1,12).

Figura 32 - Vista aérea da cidade de Bolonha, Itália, mostrando a área do Projeto GECO: Green Energy Community



Fonte: Google Maps, em 10 de junho de 2020

Figura 33 - Bloco habitacional popular selecionado como caso de estudo pelo Projeto GECO, no bairro de Pilastro, Bolonha, Itália



Fonte: Foto do Autor, em 13 de setembro de 2018

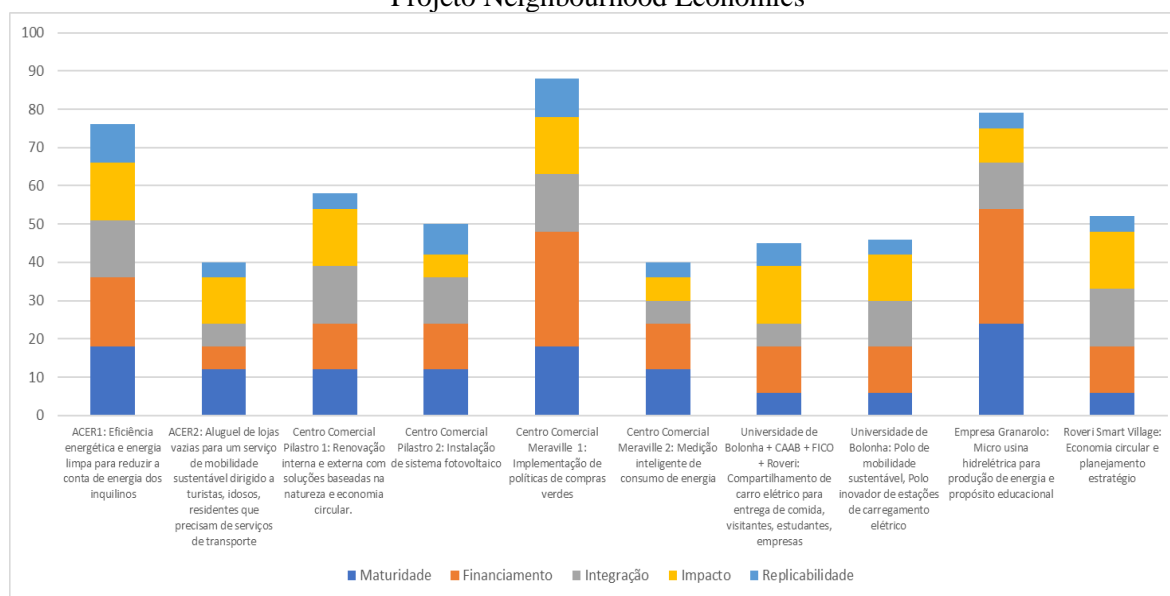
O processo de desenvolvimento da CE em Bolonha foi iniciado pelo Plano de Ação de Energia Sustentável da Cidade (*Piano d'azione per l'energia sostenibile* - PAES Bologna). Em 2016, com o apoio técnico inicial da AESS, foi desenvolvido um projeto solar comunitário para um bloco de habitação social. Foram realizadas análises técnicas preliminares em dois imóveis públicos, um na biblioteca/arquivo e outro no mercado. Ambos, no entanto, foram considerados inviáveis devido ao baixo índice de autoconsumo e à ausência de autorização na regulamentação italiana para um sistema fornecer energia para mais de uma unidade na época (SENTIMENTI, AVELLA e MOLINARI, 2017).

Posteriormente, a pedido da ACER Bolonha (entidade responsável pela habitação popular da cidade), foi feito um inventário (via *google maps*) das instalações solares térmicas e fotovoltaicas nos edifícios de habitação popular da região. Também foram feitos os primeiros contatos com ÈNOSTRA Energia (uma cooperativa italiana de energia) (CANDELISE e RUGGIERI, 2020) e o Centro Agroalimentar de Bolonha (CAAB). Havia uma capacidade de geração FV significativa já instalada no bairro (15MWp) e havia interesse em envolver os moradores na criação de uma CE para aproveitar os excedentes desse sistema de geração para beneficiar os moradores de habitação social.

Em 2018, a AESS executou o Projeto *Neighbourhood Economics* em Pilastro, financiado pelo *European Institute of Innovation & Technology* - EIT Climate-KIC no âmbito do *Local Flagship Program 2017-2018* (NEIGHBOURHOOD ECONOMICS, 2018). Este projeto foi concebido para desbloquear o investimento climático e sustentável em Bolonha - Itália, abrangendo áreas como ER, eficiência energética, mobilidade e inclusão social, com o objetivo expresso de construir uma comunidade entre pessoas, empresas e organizações financeiras. Foram mobilizados US\$389.138,00 para sua execução (NEIGHBOURHOOD ECONOMICS, 2018) e foi realizada uma análise de 10 projetos existentes na localidade, conforme mostrado na Figura 34 (€338.550,00, taxa de conversão de 31 de dezembro de 2018, US\$ 1,0 = € 0,87).

As algumas iniciativas identificadas no distrito foram avaliadas pela equipe do projeto, com base nos critérios descritos na Tabela 21, e as três mais bem avaliadas foram selecionadas para desenvolvimento dos estudos de viabilidade técnica e econômica (projeto preliminar) pela AESS. Porém, embora todos os projetos estivessem relacionados à questão energética, nenhum deles tratava da criação de uma CEL, como pode ser observado no gráfico de barras da Figura 34.

Figura 34 - Avaliação das propostas selecionadas, na área do Pilastro, com base na metodologia do Projeto *Neighbourhood Economics*



Fonte: Adaptado de NEIGHBOURHOOD ECONOMICS (2018)

Tabela 21 – Critérios de seleção aplicados na avaliação das propostas selecionadas na área do Pilastro pelo Projeto *Neighbourhood Economics*

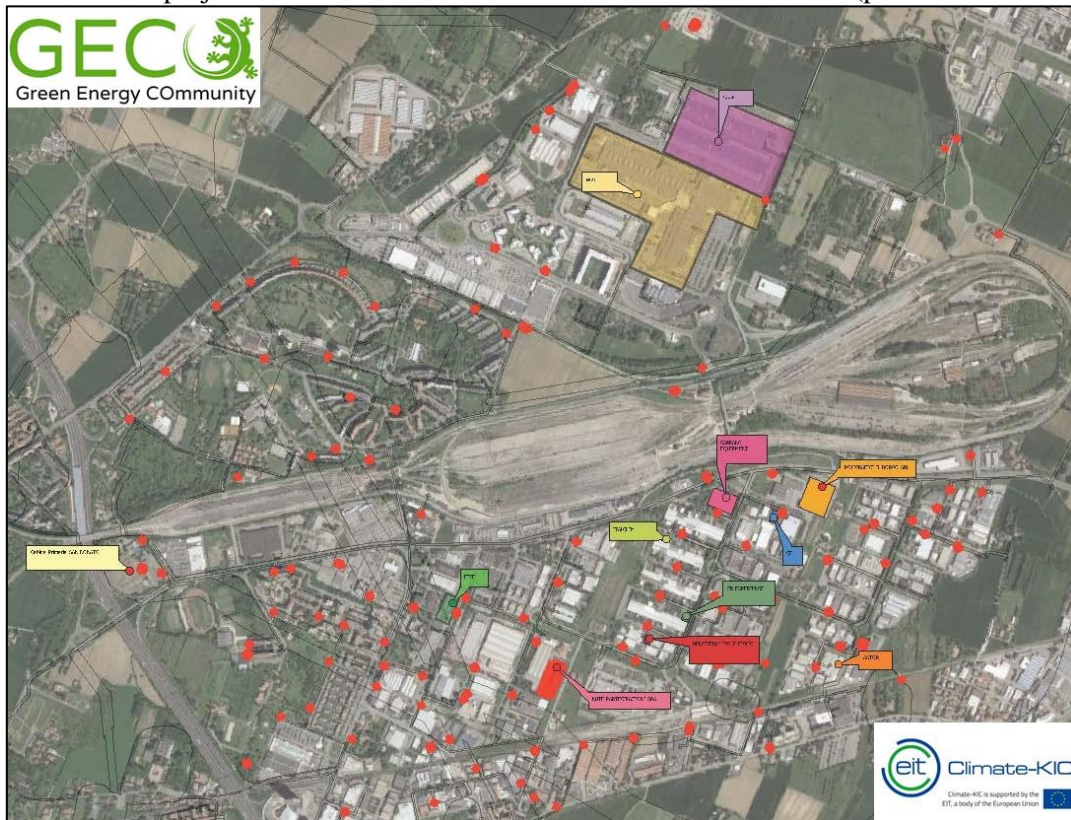
Critérios Aplicados	Descrição
---------------------	-----------

Maturidade	O projeto está pronto para ser implementado e a maior parte das barreiras a sua implantação já foi superada (Concordância da comunidade local, aprovações internas, autorizações legais etc.)? Pontuação = (classificação 1-5) x fator 6
Financiabilidade	O projeto é financiável e já existem linhas de financiamento ou produtos financeiros disponíveis para apoiá-lo? Pontuação = (classificação 1-5) x fator 6
Integração	O projeto está inserido nas estratégias climáticas locais, reduzindo as emissões de CO2 ao aumentar a resiliência da cidade? Pontuação = (classificação 1-5) x fator 3
Impacto	O projeto é relevante em termos de impactos sociais, econômicos e técnicos, entregando uma abordagem sistêmica em termos de capacidade de aceleração da transição para uma comunidade de baixo carbono? Pontuação = (classificação 1-5) x fator 3
Replicabilidade	O projeto pode ser ampliado e/ou replicável em outros contextos? Pontuação = (classificação 1-5) x fator 3

Fonte: Adaptado de NEIGHBOURHOOD ECONOMICS (2018)

No último trimestre de 2018, face às alterações introduzidas na Legislação da UE pelo CEP, nomeadamente pela Reformulação das Diretivas Energias Renováveis (EU, 2018a) e da relativa ao Mercado Interno de Eletricidade (EU, 2019), ressurgiu a proposta de desenvolver uma CEL no bairro através de CAAB e *Agenzia Locale di Sviluppo Pilastro-Distretto Nord Est* (Agência de Desenvolvimento Distrital de Pilastro - ASP). A nova proposta funde a antiga iniciativa da comunidade com alguns *insights* e projetos estudados durante o Projeto NE e acrescentou a Zona Roveri, como mostra a Figura 35, e vai mobilizar US\$ 2,808 milhões para realizar o projeto ao longo de 36 meses (taxa de conversão de 31 de dezembro de 2019, US \$ 1,0 = € 0,89).

Figura 35 - Área do projeto GECO, indicando a localização das partes interessadas envolvidas inicialmente no projeto e os alimentadores de média / baixa tensão da área (pontos em vermelho)



Fonte: GECO (2019c)

A CE de Bolonha visa aumentar a geração e o autoconsumo de FER, apoiar as comunidades locais e a mobilidade elétrica, abordar as principais lacunas de pesquisa e políticas no campo da energia e fornecer serviços de baixo carbono para a rede nacional italiana. Envolve sistemas fotovoltaicos novos e existentes, como CAAB (a maior instalação em telhado solar da Europa), gerenciamento de demanda de alta qualidade e compartilhamento de unidades de armazenamento de energia. O projeto também visa implementar soluções inovadoras com *blockchain* para integração de FER na rede elétrica, aumentando o uso de energia FER produzida localmente e ajudar no equilíbrio da rede.

O interesse da comunidade Pilastro no desenvolvimento do projeto foi verificado em duas oficinas realizadas nos dias 6 e 14 de dezembro de 2018, com a participação de moradores e atores locais, durante o projeto NE. A fase de concepção inicial e as discussões entre o corpo técnico (AESS, UNIBO e ENEA) e as partes interessadas (Cidade de Bolonha, Terna, CAAB, ASP, empresas Roveri e residentes) foram realizadas durante a preparação do projeto *Green Energy Community* (GECO) para a Chamada EIT Climate-KIC. O projeto foi aprovado e iniciado em setembro de 2019.

Espera-se que o desenvolvimento de um CE nos distritos de Pilastro e Roveri permita otimizar o fluxo de energia elétrica na subestação local, aumentar o autoconsumo de ER e reduzir picos de demanda, além de fornecer serviços auxiliares à rede elétrica.

A CEL será construído por pessoas por meio de mudanças de comportamento em relação à eficiência energética, reforma de edifícios e instalação de sistema de geração e armazenamento de FER em nível individual e comunitário, incentivando comportamentos virtuosos, uso de FER e aparelhos de energia inteligentes. A CE também será acionada por opções de financiamento inovadoras, como contratos de desempenho energético e acordos de economia de energia ou reembolso na fatura com ESCos (Empresas de Serviços de Energia), garantindo a segurança jurídica adequada para todas as partes envolvidas.

Adaptando-se à fase atual da regulamentação italiana sobre CEs (ARERA, 2020; CANDELISE e RUGGIERI, 2020; ITÁLIA, 2020), GECO está buscando implementar pequenas comunidades energéticas no nível de fornecimento de baixa tensão (pontos vermelhos mostrados na Figura 10) que serão integrados em uma única entidade legal para operação em *cluster* tão logo operação agregada venha a ser permitida pela lei italiana. Tal possibilidade deverá se implementada no quadro jurídico italiano com a recepção da Diretiva relativa ao mercado da eletricidade (EU, 2019) e a aplicação do modelo de CE dos cidadãos.

4.3.3 Resultados das pesquisas de campo no Brasil e na Itália

Brasil e Itália foram selecionados aqui devido aos desafios comuns que enfrentam, especialmente o atual processo de reforma do arcabouço jurídico do setor elétrico e as características complementares nos dois estudos de caso identificados, projetos de energia renovável distribuída em bairros urbanos periféricos, envolvendo aspectos sociais programas habitacionais. Também a possibilidade de os pesquisadores acessarem os locais, dados e interagirem diretamente com os *stakeholders* envolvidos possibilitou o acesso em profundidade aos estudos de caso.

As pesquisas de campo resultaram em diversos trabalhos em congressos ao longo do doutorado, nacionais e internacionais, conforme se observa nos Apêndices H, I e J, incluindo duas publicações em revistas internacionais indexadas, a saber: *Renewable energy planning policy for the reduction of poverty in Brazil: lessons from Juazeiro*⁵³, publicado em 2020, na revista *Environment, Development and Sustainability (Impact Factor 2.191, 2019; CiteScore*

⁵³ Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10668-020-00857-0>

3,8; Percentile 83%) e *Transitioning to a low carbon society through energy communities: lessons learned from Brazil and Italy*⁵⁴, publicado em 2021, na revista *Energy Research and Social Science* (Impact Factor: 4,771, 2019; CiteScore 9.5; Percentile 98%), conforme detalhado no Apêndice H.

4.3.4 Das conclusões extraídas dos casos de estudo.

Em relação aos estudos realizados, se pode concluir que os projetos-piloto locais são cruciais para demonstrar como os sistemas de energia comunitários podem funcionar na prática. Os projetos também fornecem oportunidades de aprendizado sobre como esses novos modelos de negócios e governança podem ser aplicados e como envolver os cidadãos nas iniciativas. Os pilotos exploram o comportamento humano ante novas iniciativas, fornecem dados e informações para os formuladores de políticas, bem como melhoram a percepção pública, a aceitação e a participação de diferentes atores e setores.

Os dois projetos aqui analisados têm o potencial de transformar cidadãos e empresas locais em atores no mercado de energia e impulsionar a transição energética. Apesar de aplicarem recursos financeiros de importe semelhante (cerca de US\$ 2,8 milhões cada) e contarem com a mesma duração (36 meses), os projetos analisados tiveram abordagens opostas. E ambos também apresentam diferentes lições a serem aprendidas.

A concepção, aquisição e instalação dos sistemas fotovoltaicos de Juazeiro foram realizadas e implementadas de forma muito rápida, numa abordagem *top down*. No entanto, o projeto claramente não adotou um arranjo técnico adequado e não se adaptou aos regulamentos legais ao final do período piloto, resultando no desligamento da rede em janeiro de 2017. Hoje em dia, os moradores ainda lutam com a pobreza e pela religação do sistema ou qualquer meio de tornar útil a energia gerada e os investimentos realizados. As adaptações que deveriam ter sido feitas pela empresa responsável para manter o sistema funcionando após o término do período piloto nunca foram realizadas. Além disso, como não houve provisão para manutenção das receitas geradas com a venda de energia pelos condomínios, não há recursos disponíveis para fazer os ajustes necessários à religação do sistema fotovoltaico.

Além disso, as tentativas dos moradores de contactar a ANEEL e as empresas responsáveis pelo projeto, além de outras empresas privadas do setor fotovoltaico brasileiro,

⁵⁴ Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.erss.2021.101994>

não tiveram sucesso e nenhum plano de ação concreto para reativar o sistema foi implementado até a presente data.

Além disso, é importante ressaltar que devido ao curto período de autorização da comercialização de energia, o valor investido no sistema não foi recuperado. Como a vida útil teórica dos painéis fotovoltaicos é de 20 anos, o projeto poderia ter funcionado até 2034, não apenas por 3 anos. As receitas também poderiam ter sido significativamente maiores se a energia tivesse sido vendida no mercado livre ou pelo instituto de chamadas públicas e não apenas liquidada no mercado de curto prazo pelo PLD.

No cenário atual, se a CEF tivesse doado o dinheiro diretamente aos moradores, ao invés de construir o sistema de geração fotovoltaica dos condomínios com a Brasil Solair, os moradores teriam recebido um valor equivalente ao dobro da receita obtida com o sistema. No entanto, se o sistema fotovoltaico tivesse continuado a gerar receita, no arranjo original, que não era o ideal, o impacto positivo seria mais de três vezes maior do que a doação direta de dinheiro. Entende-se também que a criação de um fundo de reinvestimento por meio das receitas do projeto poderia ter contribuído para a promoção de novos projetos semelhantes destinados a reduzir a pobreza energética, sem a necessidade de fundos iniciais adicionais.

Do curto período após a única reunião nos condomínios para “explicar” e “aprovar” o projeto entre os moradores e sua execução (apenas quatro meses), é claro que foi implementado usando uma abordagem de cima para baixo (*top down*), sem qualquer processo de *co-design* ou participação efetiva da comunidade envolvida. Consequentemente, o projeto não teve um bom desenho técnico e financeiro e sempre foi visto como um “presente” para os moradores. Isso impediu uma apropriação efetiva por parte deles e, aliado ao baixo nível educacional e desvantagem social, não havia empoderamento para exigir as adaptações necessárias por um número consistente de residentes.

No entanto, um pequeno grupo de moradores, liderado pela presidente da associação feminina local e ex-administradora do condomínio Raimunda Alves Milet, encaminhou carta à ANEEL solicitando ações da Agência e notificou a Caixa e Brasil Solair em 2018 (por meio de cartas particulares) e em 2019 (por notificações judiciais), além de carta em conjunto com o pesquisador do demais moradores (vide Apêndice F), solicitando providências para possibilitar a religação do sistema. Entretanto, todas as iniciativas ficaram sem resposta e não deram frutos até o momento. Nenhuma iniciativa concreta em nome dos condomínios Morada do Salitre ou Praia do Rodeadouro foi realizada até a presente data.

Além disso, se a assistência técnica ou o monitoramento mais próximo de instituições públicas tivessem permitido a participação efetiva da comunidade e a consideração dos

melhores interesses dos residentes ao longo do processo de planejamento, certamente teria levado a resultados mais positivos. Por exemplo, um melhor desenho do projeto piloto ou impedir que ele fosse “concluído” sem as adaptações necessárias no sistema para mantê-lo em operação, o que teria mudado completamente o destino do projeto, moradores e condomínios.

Neste sentido, a experiência dos condomínios de Juazeiro deve publicizada para informar futuras ações similares, buscando evitar a repetição dos erros em novos projetos semelhantes. O advento do marco legal das startups e do empreendedorismo inovador, através da Lei Complementar nº 182/2021 (BRASIL, 2021c), com a previsão de criação de ambiente regulatório experimental (*sandbox regulatório*), constitui-se em um avanço importante. Entretanto, é a aplicação concreta e adequada de suas previsões e, principalmente a fiscalização da sua correta implementação, que garantirá que situações como a verificada nos condomínios de Juazeiro não se repitam.

Por sua vez, no distrito do Pilastro, em Bolonha, apesar do interesse das partes interessadas locais relevantes na criação da CE e da assistência técnica fornecida pela AESS, as barreiras no quadro jurídico italiano inibiram a implementação de iniciativas comunitárias até 2020 (SENTIMENTI, AVELLA e MOLINARI, 2017). No entanto, a aprovação do Projeto GECO na chamada EIT Climate-KIC de 2019 e a fase de experimentação iniciada com o Decreto *Milleproroghe* na Itália em 2020 mudaram esse cenário.

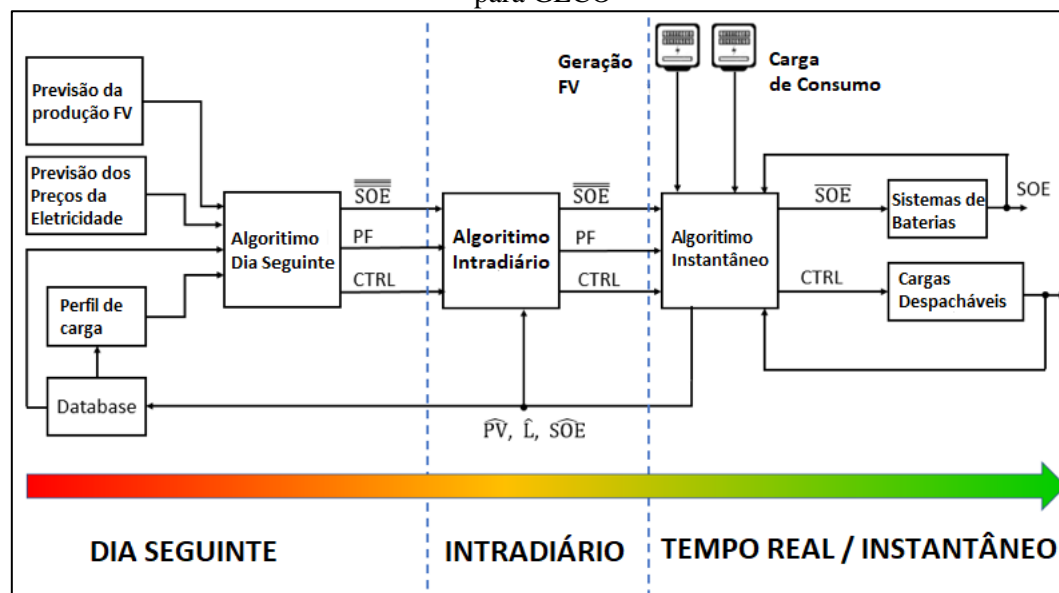
O projeto CE de Bolonha é assistido por AESS, UNIBO, ENEA (todas entidades públicas) e está a implementar um processo *bottom-up*, apoiado pelas associações locais, que buscam responder a todos os requisitos para ajudar na construção de um novo paradigma elétrico: democrático, descentralizado, flexível, mais sustentável e eficiente.

O projeto GECO alocará a grande maioria dos recursos para realizar assistência técnica para o desenvolvimento de instalações de sistemas de geração renovável na área, o desenvolvimento de um sistema de controle do fluxo de energia usando sensores e tecnologia *blockchain* e a promoção de atividades de engajamento e disseminação. Os valores destinados à compra de equipamentos são pouco expressivos. Grande parte dos instrumentos criados ao longo do projeto deverão ser aproveitados em iniciativas futuras de CEs.

Neste sentido, a Figura 36 ilustra de forma esquemática o modelo em três níveis que está sendo desenvolvido por UniBo para a gestão dos fluxos elétricos da CE de modo agregado, para o controle dos sistemas de armazenamento e estímulo a comportamentos virtuosos por parte dos usuários, o qual irá interagir com a aplicação móvel (app) adaptada por ENEA para os membros da comunidade. Considerando que o valor recebido pela comunidade decorre da coincidência entre a produção e consumo da eletricidade, a capacidade de prever e monitorar

os fluxos elétricos, bem como modular o funcionamento dos sistemas de armazenamento é fundamental. Tal plataforma também deve auxiliar a atuação futura da comunidade no mercado de flexibilidade.

Figura 36 – Modelo esquemático do sistema de controle do fluxo de energia desenvolvido por UniBo para GECO



Fonte: Adaptado de GECO (2020c)

Se implementado conforme planejado (o final do projeto é previsto para 2022 e a pandemia do SARS-CoV-2 tem prejudicado o cronograma e atrasado as atividades), GECO criará uma nova entidade e desempenhará um novo papel no setor de energia italiano. Trabalhando com conjuntos sem precedentes de dados em tempo real, já está atraindo a consciência ambiental da sociedade civil e da indústria de energia na Itália (LA REPUBBLICA, 2019; ZANCHINI, EROE e DE SANTIS, 2020; WALSH, CASTANIÉ e GIOVANNINI, 2020).

Ao nível da comunidade, foi observada grande dificuldade em lidar com as questões complexas específicas do setor de energia por parte dos cidadãos e da sociedade civil em ambos os estudos de caso. Tudo isto apesar das grandes diferenças sociais e educacionais entre as populações de Juazeiro e de Bolonha e do apoio técnico recebido, no segundo caso. Tal fato enfatiza a importância da educação e formação dos atores envolvidos, por meio de processos de co-criação, assistência técnica e apoio das instituições públicas.

Em ambos os casos, observa-se o papel predominante das associações locais em relação ao projeto (Associação das Mulheres de Juazeiro e ASP de Bolonha) e, ao mesmo tempo, apesar

do interesse e empenho das mesmas, é possível verificar as dificuldades enfrentadas por ambas em navegar o tema, que é técnico e possui questões complexas. Isto é observável também no caso de quem recebeu formação técnica e participou da instalação e manutenção dos sistemas fotovoltaicos no caso de Juazeiro, ou participou nos eventos de educação e formação em Bolonha promovidos pelo projeto GECO.

Vale também comentar o papel da administração pública como indutora e viabilizadora das duas iniciativas estudadas. É evidente que, mesmo em um contexto social mais organizado, como é o caso da Itália, a administração pública local tem um papel decisivo a desempenhar nos resultados, ao fornecer muitos incentivos para manter o processo de desenvolvimento da CE em curso ao longo dos anos (2012- 2020). Certamente, se o caso brasileiro tivesse ocorrido em um contexto social, público e econômico mais estruturado, o destino do projeto teria sido substancialmente diferente. Vale ressaltar, ainda, o limitado papel das instituições brasileiras no tratamento do tema, em particular do Município de Juazeiro e da ANEEL, que, apesar dos apelos dos residentes ativos, não conseguiram atender adequadamente às suas necessidades.

Cabe destacar que, em abril de 2021, com a formação do Governo Draghi na Itália, foi criado Ministério da Transição Ecológica – MiTE, especificamente para fazer frente às necessidades da transição ecológica, que compreende em seu bojo a transição energética.

Percebe-se também que as instituições mais envolvidas no processo de transição energética, ANEEL, EPE e Ministério de Minas e Energia (MME), Ministério do Meio Ambiente - MMA, no caso brasileiro e ARERA, Pesquisa de Sistemas Energéticos (RSE) e Ministério do Desenvolvimento Econômico (MiSE), no caso italiano (Tabela 22), estão falhando em regular e impulsionar adequadamente o processo de uma transição energética justa para uma sociedade de baixo carbono nesses países. Isso provavelmente se deve à falta de proximidade e conexão com os grupos mais desfavorecidos da sociedade. Na verdade, as ações de redução da pobreza energética são marginais e quase ineficazes em ambos os casos.

Tabela 22 - Representação das Principais Instituições Envolvidas no Processo de Transição Energética no Brasil e na Itália

Principais Instituições Envolvidas no Processo de Transição Energética no Brasil e na Itália		
Brasil	Itália	Aspectos Principais
Ministério de Minas e Energia - MME e Ministério do Meio Ambiente - MMA	Ministério de Desenvolvimento Econômico - MiSE e Ministério da Transição Ecológica - MiTE	Definição de políticas energéticas a nível ministerial. Definição de valores de referência e incentivos para fontes renováveis. Autorização para implantação das usinas de geração.
Empresa de Pesquisa Energética - EPE	Pesquisa de Sistemas Energéticos - RSE	Responsáveis pela realização de estudos e relatórios que subsidiem o planejamento público do setor de energia.

Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL	Autoridade para Regulamentação de Energia, Rete e Ambiente - ARERA	Autoridade responsável pela regulação do setor. No caso do Brasil, restringe-se ao âmbito da eletricidade, enquanto no caso da Itália é mais abrangente e, além da energia, inclui também o setor de infraestrutura de rede, gás e água.
--	--	--

Fonte: Elaboração própria

A regulamentação brasileira não indica expressamente o uso de instrumentos de geração compartilhada para reduzir situações de pobreza energética, por outro lado, a regulamentação italiana sobre ACC e CE o faz. Entretanto, a regulamentação italiana limita-se em garantir acesso e participação quando as CEs são criadas, caso se encontrem presentes os demais requisitos de pertinência. De fato, em ambos os países, as políticas energéticas se limitam a incentivos à instalação de sistemas de geração individualmente, como a instalação de painéis solares em programas de habitação popular no Brasil e a Renda Energética estabelecida pela Região da Puglia na Itália. Além disso, Brasil e Itália possuem políticas nacionais de redução de tarifas de energia para as classes mais vulneráveis, porém, tais medidas se mostram insuficientes para mudar a situação de pobreza energética e perpetuam uma medida que é paliativa e onerosa, se mostrando ineficiente no longo prazo.

O Brasil e a Itália precisam criar uma política eficaz para aliviar a pobreza energética, integrando essas ações de redução de tarifas de curto prazo com a perspectiva de longo prazo, sendo que a criação de CEs, pode viabilizar a geração da própria energia e a obtenção de renda, constituindo-se em uma alternativa. Tal medida possibilitaria também um aumento no uso de energias renováveis, contribuindo para o cumprimento dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável - ODSs 7 (Garantir acesso à energia acessível, confiável, sustentável e moderna), 11 (Tornar as cidades inclusivas, seguras, resilientes e sustentáveis) e 13 (Tomar medidas urgentes para combater as alterações climáticas e os seus impactos) da Agenda 2030, que são prementes e imperativas.

Também é importante destacar que, enquanto o projeto de Juazeiro ficou paralisado em 2017 por uma questão regulatória, pois seus promotores não conseguiram entender e adequar o projeto à legislação dos esquemas coletivos de energia lançada pela ANEEL em 2016 (FARIA JR., TRIGOSO e CAVALCANTI, 2017, CUNHA *et al.*, 2020), o projeto GECO busca constantemente influenciar a evolução da legislação italiana, com base na promoção de eventos com *stakeholders* nacionais e participação em consultas públicas sobre o tema. Além disso, GECO está constantemente se adaptando ao quadro regulatório em relação ao tema. A este respeito, o projeto GECO foi inicialmente concebido como CEC (uma vez que seria o modelo a ser implementado primeiro, devido ao prazo de transposição da Diretiva CEP para o direito nacional), no entanto, está sendo adaptado para aproveitar a fase experimental das RECs (Itália,

2020; GECO, 2019a), que acabou sendo incorporado ao ordenamento jurídico italiano com um ano de antecedência, mesmo porque, com a crise do SARS-CoV-2, a indicação é que a entrada da CEC no marco legal será adiada para o segundo semestre de 2021, devendo ser incorporada na Lei Nacional Italiana sobre o tema, junto com a REC.

Outro ponto que merece atenção é a dificuldade de avaliar as contribuições dos projetos para a resiliência das comunidades, a flexibilidade da rede e o adiamento dos investimentos na rede elétrica. Nenhum dos dois casos estudados considerou ou avaliou os possíveis impactos do projeto em relação a esses aspectos nem tentou capturar algum valor dessas questões para melhorar seu plano de negócios. Tais aspectos da GD e dos esquemas coletivos de energia já começaram a ser investigados na literatura, mas são complexos e requerem análises técnicas caso a caso.

Embora o projeto GECO preveja uma configuração muito mais complexa (com AESS, UNIBO e ENEA em sua assistência técnica), devido ao quadro italiano atual, o projeto está explorando apenas aspectos mais simples relacionados à flexibilidade em relação aos membros da comunidade. Por exemplo, direcionar esforços para explorar apenas mudanças voluntárias de comportamento entre seus membros e interação limitada com a rede elétrica. Além disso, outro elemento importante considerado uma barreira é o alto nível de complexidade na participação nesses mercados, como é o caso do mercado italiano de flexibilidade/despacho. Este tema, contudo, não foi o objeto principal dos estudos de caso e, portanto, constitui-se em uma limitação da análise realizada.

Soluções que envolvem flexibilidade em comunidades e micro-redes conectadas à rede elétrica são muito complexas e a curva de aprendizado ainda está em seus primórdios. Este novo conjunto de oportunidades requer a experiência de um novo conjunto de fornecedores de energia a ser desenvolvido e integrado aos negócios e à vida cotidiana.

Finalmente, como os estudos de caso evidenciaram, o tema é complexo para ser compreendido plenamente pelos cidadãos e o apoio de órgãos técnicos que contam com a confiança da comunidade são importantes para o início e sucesso das iniciativas. Além disso, os projetos demonstrativos locais são cruciais para mostrar como os sistemas coletivos de energia local podem funcionar na prática, permitindo aprender sobre novos modelos de negócios e governança ao aplicá-los na prática (*learning by doing*). Espera-se que mais projetos concretos, desenhados e implementados de forma adequada, melhorem a percepção pública, a aceitação e a participação mais ampla em tais projetos inovadores, especialmente no Brasil e na Itália, que não têm tradição forte de CEs, ao contrário do Reino Unido, Alemanha, Bélgica ou Holanda.

“Decarbonization requires cooperation and trust”.
Gerard Reid⁵⁵

4.4 PROPOSTAS DE POLÍTICAS REGULATÓRIAS PARA ACELERAÇÃO DA TRANSIÇÃO ENERGÉTICA ATRAVÉS DA GERAÇÃO DISTRIBUÍDA NO BRASIL

As propostas de políticas regulatórias apresentadas no presente trabalho se constituem em alterações na regulação do setor capazes de contribuir à transição energética do SEB através da promoção de uma integração da GD na matriz elétrica de forma mais efetiva do que atualmente realizada. Entende-se que as propostas, caso implementadas, promoveriam avanços, uma vez que, como demonstrado, o mecanismo atual de integração da GD posto à disposição das concessionárias, o ICP, não é efetivo e o SCE apresenta limites e sinais de esgotamento, na medida em se baseia em um subsídio implícito em favor dos aderentes em detrimento ao conjunto de usuários do sistema, além de não premiar a contemporaneidade entre produção e consumo da energia, nem promover a flexibilidade da demanda dos usuários, visto que se vale do potencial de armazenamento do Sistema Interligado Nacional (SIN), o qual é cada vez mais reduzido.

Além disso, os estudos de casos realizados demonstram que o papel dos entes públicos é fundamental para promover uma abordagem coordenada de diálogo entre os atores setoriais e *stakeholders*, que seja simultaneamente *top-down* e *bottom-up*, provendo a complementariedade entre as abordagens. De igual modo, a existência de entidades capazes de prestar assistência técnica efetiva é fundamental ao bom desenvolvimento das iniciativas no setor, que são complexas por natureza, e que ganham uma camada adicional quando realizadas em escala de coletividade e objetivando promover a coincidência entre o momento de produção e consumo de energia.

As propostas de reforma do ICP e a introdução das figuras do ACC e da CEL, tal como propostas no presente estudo, portanto, se constituiriam em uma forma de viabilizar a colaboração coordenada entre a concessionária, agentes do setor, empresas instaladoras e sociedade civil/usuários, através da criação de instrumentos regulatórios operativos capazes de

⁵⁵ “A descarbonização requer cooperação e confiança”. Em Redefining Energy Podcast, Ep. 46. Flexible, resilient, sustainable: the making of the XXIst Century Supergrid, 15/03/2021. Disponível em: <https://energycentral.com/c/iu/46-flexible-resilient-sustainable-making-xxist-century-supergrid-mar21>

agregar interesses, conhecimento técnico especializado, necessidades e oportunidades. Tais medidas poderiam viabilizar a expansão da GD de forma estratégica e coordenada, através da sua integração em pontos prioritários da rede de distribuição, bem como a maximização dos seus benefícios também em relação à coincidência entre geração e consumo, através da agregação de usuários para fornecimento de resposta à demanda e flexibilidade.

Por fim, entende-se também que a reforma do ICP pode constituir-se em um instrumento importante para a realização de investimento que reduzam o valor da CCC nos sistemas isolados, bem como configurar um primeiro passo para a construção de um modelo que privilegie o autoconsumo instantâneo e coletivo das energias renováveis geradas localmente, sendo adotado preliminarmente à introdução das figuras do ACC e CEL, através de uma abordagem incremental baseada no *learning by doing*.

Sem embargo, para tanto seria necessário coibir a utilização que manobras e estratégias jurídicas que atualmente permitem a venda de energia por meio do SCE, mascarada por contratos de locação de equipamentos, através na geração remota em fazendas solares de até 5MW, na medida que tais medidas tornam o valor da remuneração superior aos VERS fixados para a contratação via ICP, inviabilizando, assim, sua utilização.

4.4.1 O atual processo de reforma do marco legal do setor elétrico como oportunidade de impulso à transição energética

A inovação é a chave para viabilizar a transição ecológica para uma matriz energética neutra em carbono. O planejamento e a regulação devem, portanto, fornecer a base técnica e estrutura legal capaz de promover uma transição coordenada para o novo paradigma no setor elétrico.

A inovação em sua dimensão tecnológica é fundamental, mas não suficiente para a implementação de uma transição justa, sendo necessário, também, inovação nas dimensões social, política e regulatória para otimizar as oportunidades econômicas, sociais e ambientais geradas pela transformação no setor elétrico.

Para tanto é importante garantir:

- a) uma abordagem multidisciplinar para lidar com novos produtos baseados em serviços, com importância crescente da informática/digitalização, mas também do trabalho político e social para informar e engajar a população em novos esquemas regulatórios de agregação e resposta da demanda;

- b) mudança do monopólio de regulamentos de comando e controle (custo/preço) para o empoderamento dos consumidores em um novo mercado elétrico, com formação de preços em tempo real, monitoramento de mercado de curto prazo e de flexibilidade/serviços ancilares, com incentivo à coincidência entre geração e consumo, permitindo que o mercado seja governado pela colaboração e concorrência (abordagem baseada no mercado); e
- c) garantia da adequação dos quesitos técnicos da rede (perdas, frequência, voltagem, inércia etc.) e segurança do abastecimento, com incremento da resiliência à eventos climáticos extremos, privacidade e cibersegurança no centro da regulação dos novos sistemas elétricos.

A complexidade do setor, a magnitude e urgência dos desafios técnicos, sociais e ambientais que se apresentam não podem, entretanto, ser subestimados. É preciso inovar em diversos aspectos e nas distintas dimensões (tecnológica, política/regulatória, econômica, social e ambiental), buscando a ecoeficiência e o desenvolvimento sustentável, com destaque para sua vertente socioambiental, mas sem descuidar das demais, para possibilitar o cumprimento das metas do Acordo de Paris e da Agenda 2030, garantindo a construção de um sistema resiliente aos desafios do século XXI e capaz de colaborar à limitação do aumento da temperatura global para patamares não superiores a 1,5°C.

Neste diapasão, a reforma do quadro jurídico do setor deve superar o paradigma centralizador para que seja possível estruturar um novo plano de expansão ainda nesta década, o qual promova também a expansão da geração de modo descentralizado, através da coordenação da expansão e operação das redes de distribuição, viabilizando, assim, uma acomodação dos fluxos elétricos nas redes de baixa tensão (EL HAGE e RUFÍN, 2016; BARBOUR *et al.*, 2018; CUNHA *et al.*, 2018; KOIRALA, VAN OST e VAN DER WINDT, 2018; MÜLLER e WELPE, 2018). Para tanto, porém, é preciso reformar institutos e implementar mecanismos de incentivo à *performance* das concessionárias de energia, para que estas passem a ser entendidas como empresas aptas a fornecer serviços e soluções integradas de energia. As concessionárias de distribuição devem, portanto, atuar na garantia de estabilidade da rede e entrega de energia, mas também na gestão da resposta à demanda, diretamente ou através da coordenação de outros agentes agregadores, atendendo às necessidades energéticas do sistema e de seus usuários (SILVA, MARCHI NETO e SEIFERT, 2016; SIMSHAUSER, 2016; BARBOUR *et al.*, 2018; KOIRALA, VAN OST e VAN DER WINDT, 2018).

Também é importante abrir novos espaços de mercado no setor, pois a maior competição tende a produzir melhores serviços a custos mais baixos. Entretanto, sem esquecer que economia de mercado, sobretudo nos mercados complexos, como no caso do elétrico, implica em forte colaboração e coordenação entre os diferentes atores e agentes, cujos termos devem ser definidos pela regulação, que tem por objetivo medir as interações a fim de garantir seu correto funcionamento. Ampliar o mercado de abastecimento de energia, regulando adequadamente a questão da produção, comercialização e gestão dos fluxos de energia a nível de GD, aspectos que têm o potencial de abrir um novo segmento de mercado no setor elétrico, no nível de coordenação, otimização e expansão da rede de distribuição.

Sugestões como as defendidas na presente tese, a exemplo da reforma do ICP (art. 15, §1º do Decreto 5163/2004) e a introdução de novos arranjos legais que valorizem a contemporaneidade entre produção e consumo da energia para impulsionar a GD (ACC e CELs), já foram apresentadas pelo autor ao longo do período do doutorado em contribuições públicas ao Governo, através de participação no processo de consulta pública (Apêndice O), conferências (CUNHA *et al.*, 2017, 2018) e publicações científicas (CUNHA *et al.*, 2020 e 2021), entretanto, permanecem fora dos projetos de lei que visam a reforma do setor elétrico de forma geral (1917/2015 e Anteprojeto do Código Brasileiro de Energia Elétrica) ou do sistema de compensação de energia em particular (PLs 5.829/2019 e 2.215/2020). Encontram-se, portanto, fora da pauta de discussão do Congresso Nacional e/ou do Governo Federal.

Conforme demonstrado, no item 2.3 do presente trabalho, o setor elétrico brasileiro não vem contribuindo para o cumprimento dos objetivos de redução de emissões do Acordo de Paris e construção de um setor elétrico neutro em GEEs entre 2030-2040. Na verdade, a energia fornecida vem se tornando mais intensiva em carbono ao longo das últimas décadas, apesar do imenso potencial de renováveis em território brasileiro, na contra-mão da tendência mundial. Conforme detalhado no presente trabalho, se prevê um aumento de 2% ao ano nas emissões totais de GEEs na próxima décadas para o setor, em razão da expansão da capacidade de geração fóssil (BRASIL, 2020a, 2020b, 2020c). Além disso, restrições na disponibilidade hídrica podem aumentar de modo significativo as emissões em razão do acionamento do *backup* térmico (DE JONG *et al.*, 2021). O incremento da demanda por refrigeração e a eletrificação de usos finais, como o transporte, implicarão em desafios para a rede de distribuição, os quais podem ser mitigados com a inserção da GD, sobretudo se realizada de modo coordenado e coletivo, objetivando promover a contemporaneidade entre demanda e geração.

Ademais, o desenvolvimento de um novo caminho, baseado em um novo paradigma para reorganizar o setor e realizar a transição energética, faz-se necessário para que se verifique uma

mudança de rumo na tendência de incremento das emissões de GEEs do setor e utilização do SIN como bateria virtual em suporte aos usuários com GD. Tal meta, entretanto, conforme detalhado, dificilmente será alcançada com os citados projetos de lei atualmente em tramitação no Congresso Nacional.

É importante ainda destacar que a literatura técnica especializada a exemplo de Schmid, Cancelli e Pereira Jr. (2015); Ferreira *et al.* (2016); Rodriguez (2016), Gils, Sonja e Soria (2017); Dranka e Ferreira (2018), desde a celebração do Acordo de Paris em 2015, tem apresentado propostas diversas de construção de uma matriz elétrica brasileira 100% renovável, demonstrando que tal objetivo é possível de ser alcançado do ponto de vista técnico e econômico. A criação de instrumentos para a promoção de uma transição energética justa, que se baseie nos princípios de ecoeficiência energética, resiliência, qualidade e confiabilidade do fornecimento, com desenho de mercados promotores de uma igualdade efetiva e do desenvolvimento sustentável é, portanto, um imperativo político e moral para a geração atual. É preciso dar atenção às metas climáticas e as consequências de eventos extremos, como períodos de seca, em razão da necessidade de aplicação dos recursos em múltiplos usos (Nexus Energia – Água – Alimento) e aos ODS da Agenda 2030, considerando suas interações sinérgicas e contraproducentes, assim como limites e oportunidades que se apresentam na configuração atual, para não deixar ninguém para trás durante este processo de transição (FERNANDES TORRES *et al.*, 2019; MERCURE *et al.*, 2019; COUTO *et al.*, 2020).

Como não poderia deixar de ser, tal implementação perpassa pela criação e reforma de instrumentos e da regulação no setor, para operacionalização de sinais corretos ao mercado, que busquem a incorporação de todos os custos e externalidades, através de incentivos à adoção das ações necessárias à promoção do desenvolvimento sustentável (HEFFRON e TALUS, 2016). As tarifas horárias granulares, o planejamento e reforço estratégico da rede de distribuição, a gestão do lado da demanda, a agregação de usuários através de esquemas coletivos de produção e consumo de energia, se apresentam como necessários para permitir a expansão no vetor de descentralização, a partir de uma maior penetração da GD na rede, entretanto, com maior grau de coordenação e eficiência do que vem sendo feito atualmente no SEB.

4.4.2 Da consolidação das regras do setor em um novo quadro legal durante o processo de transição

A regulamentação do SEB, conforme apresentada na revisão da literatura, encontra-se fragmentada em diversas normas modificadas por sucessivas mudanças legislativas ao longo

das últimas décadas. O presente trabalho, portanto, entende que seria salutar a realização da consolidação das regras em um novo quadro legal, organizando a disciplina de todo o tema em um único ato, código ou pacote normativo, sendo que o processo de transição energética poderia ser utilizado como catalizador.

Entende-se, portanto, que a promulgação de um código ou pacote de normas específico para o setor elétrico brasileiro seria oportuna, uma vez que capaz de atualizar e consolidar todos os temas, dando, assim, corpo, coordenação e integridade lógica ao quadro jurídico nacional, sobretudo dentro do novo paradigma da transição ecológica e energética.

A consolidação das normas em um único pacote normativo atenderia também à necessidade de disciplinar determinadas questões por meio de normas jurídicas hierarquicamente superiores, conferindo-lhes tratamento adequado com perspectiva de longo prazo, estabelecendo marcos técnicos para a revisão periódica dos objetivos do setor e realização de reajustes pela ANEEL, aumentando sua previsibilidade e confiabilidade, além de preservar a segurança jurídica.

Neste sentido, o Anteprojeto do Código Brasileiro de Energia Elétrica, ao propor uma consolidação geral da legislação do setor, encontra-se em linha com o quanto sugerido pelo Autor na contribuição apresentada à Consulta Pública 33/2017, promovida pelo MME (vide Apêndice O), em que pese as divergências quanto à parte relativa à regulamentação da GD.

Por outro lado, considerando a história legislativa brasileira, as reformas realizadas pelo atual governo e a complexidade intrínseca do setor elétrico, apesar de ser extremamente necessária ao setor, talvez seja irrealista esperar que uma reforma ampla e profunda com viés de reestruturação e promoção da transição energética possa ser implementada pelo Congresso Nacional, especialmente na atual conjuntura política.

4.4.3 O planejamento público como vetor da transição energética para uma sociedade de baixo impacto ambiental

Um quadro jurídico adequado, calcado no planejamento público do setor, que forneça uma base principiológica e legal sólida para ações necessárias à promoção da transição energética é fundamental para o incremento da eficiência do setor, ampliação da eletrificação dos usos finais, erradicação da pobreza energética e redução sustentada da intensidade de emissões de GEEs na matriz elétrica, até o atingimento da sua neutralidade.

A regulação tradicional de simples comando e controle (preços regulados e despacho centralizado) no SEB deve ser substituída por preços dinâmicos em tempo real e possibilidade

despacho também a nível de baixa tensão, para o balanceamento desta, estimulando a convergência entre geração e consumo, a resposta da demanda e soluções de armazenamento, permitindo a abertura de novos segmentos de mercado no SEB (LACCHINI e RÜTHER, 2015; MÜLLER e WELPE, 2018; FSR, 2019; GLACHANT, DOS REIS e ROSSETTO, 2019).

A eficiência energética da rede elétrica deve ser a base primeira para todas ações em que se verifica uso final de energia, incluindo transporte, que tende a eletrificar-se rapidamente ao longo da próxima década, apresentando ganhos significativos de eficiência em razão da troca no vetor de propulsão.

A energia mais barata e limpa é sempre aquela que não precisa ser gerada, transportada e consumida. Incluir a obrigatoriedade observação de *standards* elevados de eficiência energética e instalação de sistemas de geração em novas construções é uma das medida mais custo-efetiva e de fácil implementação que podem vir a auxiliar reduzir a demanda da rede no futuro. Ou seja, no percurso de transição energética a eficiência deve vir em primeiro lugar. E, neste novo paradigma, conforme visto, novas formas de flexibilidade são essenciais para um sistema de energia baseado em energias renováveis variáveis que seja custo-efetivo (ERBACH, 2016; HILLMANA, AXONA e MORRISSEYA, 2018; KUBLI, LOOCK e WÜSTENHAGEN, 2018; MÜLLER e WELPE, 2018; LILLIESTAM *et al.*, 2019).

Atualmente, devido aos avanços da tecnologia da informação e automação, é possível coordenar geração e demanda em tempo real, integrando à rede de forma coordenada ao planejamento uma infinidade de micro e minigeradores renováveis, que são espalhados e conectados diretamente na rede de distribuição, proporcionando-lhes um novo papel no sistema elétrico. Esta configuração adiciona eficiência e resiliência à rede, já que como visto a transmissão de eletricidade por longas distâncias implica perdas sistêmicas de aproximadamente 7,5% da energia total gerada no Brasil (SILVA, MARCHI NETO e SEIFERT, 2016).

O fortalecimento das redes elétricas por meio da adição de novas capacidades de energia renovável em instalações de GD é uma tendência virtuosa que começa a ser aplicada nas matrizes ao redor do mundo (BORGHETTI *et al.*, 2020), na medida em que algoritmos de controle e otimização de fluxos elétricos começam a ser adaptados e aplicados no planejamento da expansão da rede de distribuição. No entanto, para tais ações, faz-se necessária coordenação do planejamento setorial, envolvendo necessariamente o distribuidor, já que é este que detém profundo conhecimento da rede de distribuição, das necessidades dos usuários e das perspectivas de investimento na rede (BORGHETTI *et al.*, 2020).

Neste sentido, a instalação de usinas de geração descentralizadas, planejadas e contratadas pelas concessionárias de distribuição, além da redução das perdas e fluxos de energia elétrica na rede, também deve ser entendida como uma forma de superar questões como localização, infraestrutura de distribuição e transmissão, planejamento, segurança, alto investimento inicial para instalação dos sistema e possibilidade de sombreamento, no caso do fotovoltaico.

Conforme verificado através das entrevistas e dos casos de estudo, estes temas são complexos e frequentemente vistos como algo fora do âmbito das opções de negócio ou investimento para os usuários, incluindo os mais esclarecidos e de nível socio-intelectual elevado. De outra parte, a GD não pode continuar contribuindo para a transição energética com base no paradigma “*feed and forget*”, considerar a contemporaneidade entre geração e consumo, valendo-se da rede fornecedor exclusivo de flexibilidade e local de armazenamento virtual da energia. Se nenhuma providência for adotada os fluxos reversos na rede e os subsídios cruzados continuaram beneficiando os indivíduos de alto poder aquisitivo em detrimento do sistema e a conta será paga pelos usuários remanescentes no sistema, com alertado por Lívio Teixeira de Andrade Filho (entrevistado do MME⁵⁶) já em 2017 e alardeado por diversos relatórios recentes citados ao longo do presente trabalho.

É também imperativo que os distribuidores e fornecedores de eletricidade obtenham lucro com a eficiência e redução da demanda, ao invés de lucrar apenas com o aumento volumétrico no consumo de seu mercado regulado, permitindo que se empenhem em ações efetivas que possam reduzir o volume e o custo da energia no SIN. No entanto, ainda há muito trabalho para modernizar os modelos de negócios tradicionais de serviços públicos para encorajar a eficiência energética, incluindo desacoplamento de receita e implementação de mecanismos de incentivo de desempenho para limitar as emissões de GEEs da geração de eletricidade (g / KWh) (EU e IRENA, 2018).

Além disso, em sendo o setor elétrico extremamente complexo e fundamental para todas as atividades humanas modernas, a adoção de reformas incrementais, baseadas na abordagem *learning by doing* é extremamente recomendável. Neste sentido, entende-se que um primeiro passo para implementar avanços nesta direção, fazendo avançar a transição energética, é a reforma do ICP, tornando-o efetivo e atrativo às concessionárias, através da possibilidade de incorporação de parte dos ganhos de eficiência obtidos com sua utilização, a fim de que estas possam utilizá-lo para postergar investimentos na rede de distribuição, reduzir perdas e

⁵⁶ Coordenador-Geral de Fontes Alternativas, do Departamento de Desenvolvimento Energético, da Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Energético do Ministério de Minas e Energia.

encargos setoriais, além de atender a demanda de seu mercado regulado através da GD renovável.

Parte da solução prevista por esta tese, portanto, passa também pela criação deste corpo de prova que pode ser utilizado para a viabilização, em um momento sucessivo de arranjos de ACC e CELs, promovidos e administrados em conjunto pela sociedade e as distribuidoras, permitindo a inserção da GD em pontos estratégicos da rede de distribuição, para contemplar e atender a necessidade da rede, retardando investimentos e maximizando seus benefícios. Garantindo a redução das perdas da rede, redução dos fluxos reversos e evitando a ocorrência de aumento de custos para o sistema. A solução sugerida foi considerada viável pelos especialistas entrevistados e poderia ser alcançada com a reforma do instituto da chamada pública, no artigo 14 do Decreto Federal 5.163/2004, conforme será detalhado no item a seguir.

A execução de outras ações e atividades inovadoras pelas distribuidoras, como a promoção da inserção da GD em sua rede de distribuição e a comercialização de “energia como serviço”, depende, porém, de regulamentações específicas, a cargo da ANEEL, a qual, entretanto, nunca regulamentou a possibilidade de exploração desse potencial associado com as concessionárias de forma geral. Tais atividades, portanto, são permitidas apenas em autorizações individuais, emitidas pontualmente, para casos específicos, pela ANEEL.

Tais experimentações poderiam ser implementadas através do marco legal das startups e do empreendedorismo inovador, Lei Complementar nº 182/2021 (BRASIL, 2021c), com a previsão de criação de um ambiente regulatório experimental específico (*sandbox regulatório*) para coleta de dados e teste de modelos de negócios inovadores.

A reforma do arcabouço legal do setor, portanto, deve contemplar um planejamento que também incentive formas de descentralização da geração e operação do sistema, tendo como uma de suas principais missões rever o papel das distribuidoras de energia, para que passem a ser entendidas como empresas prestadoras de serviços e soluções energéticas baseadas no paradigma da transição energética, atuando na viabilização da entrega de uma energia de baixo teor de carbono, além do gerenciamento da demanda, atendendo às necessidades energéticas do sistema e de seus consumidores.

4.4.4 O Instrumento da Chamada Pública como vetor para a expansão coordenada da geração distribuída na rede de distribuição

O presente estudo apresenta como proposta a realização de uma reforma no ICP, trazido pelo artigo 15 do Decreto n. 5.163/2004 (BRASIL, 2004b), como forma de conferir mais

efetividade na inserção da GD no SEB, através de iniciativas coordenadas pelos agentes concessionários de distribuição.

Conforme detalhado do item 2.2.2.1, o ICP é uma modalidade de contratação de energia que pode ser ativada diretamente pelo agente concessionário da rede de distribuição, que se encontra autorizado a suprir até 10% de sua carga com GD contratada desta forma.

Acontece que, apesar do ICP ter sido criado em 2004, até a presente data foi utilizado apenas de modo marginal. Cabe destacar que os dados relativos à sua utilização não se encontram disponíveis nos bancos de dados usuais do setor elétrico, disponibilizados pela ANEEL, EPE e MME, de modo que a coleta foi realizada em um primeiro momento mediante contato, por e-mail e telefone, com algumas distribuidoras selecionadas, em razão da localização de indícios da utilização do ICP, a exemplo de editais publicados. Tais contatos, como se observa na Tabela 23, não geraram nenhuma confirmação positiva da utilização do instituto, na medida em que das duas respostas obtidas, uma foi inconclusiva e a outra negativa.

Tabela 23 – Controle das distribuidoras consultadas em 2017 sobre a utilização do instituto da chamada pública

Distribuidora	Indícios localizados da utilização do ICP	ICP Realizadas	Percentual de GD Contratado pelo ICP	Contato	Data do Contato	Resposta
Eletropaulo - AES (SP)	-	-	-	ouvidoria.eletropaulo@aes.com	19/12/17	Inconclusiva em 21/12/17
Light (RJ)	Edital e minuta de contrato	-	-	ouvidoria@light.com.br	20/12/17	-
Coelba (BA)	-	-	-	ouvidoria.ba@neoenergia.com	20/12/17	-
CEMIG-D (MG)	Edital e minuta de contrato	-	-	ouvidoria@cemig.com.br	20/12/17	-
COPEL (PR)	Edital e minuta de contrato	-	-	ouvidoria@copel.com	20/12/17	-

CELPE (PE)	-	Não Realizada	0	ouvidoria.pe@neoenergia.com	20/12/17	Negativa em 21/12/17
CELESC (SC)	Edital e minuta de contrato	-	-	ouvidoria@celesc.com.br	20/12/17	-

Fonte: Elaboração própria

Diante disto, no ano de 2021, por meio da Lei Acesso à Informação (Lei n. 12.527/2011) e do portal Fala.BR, foi realizado questionamento formal à administração pública, registrado sob o protocolo 48003.001948/2021-11, através do qual foi indagado:

- a) Quais distribuidoras/concessionárias de energia elétrica utilizaram até a presente data o instituto da chamada pública, estabelecido pelo Art. 15 do Decreto n.º 5163/2004, para contratação de eletricidade na modalidade de geração distribuída para atender seu mercado regulado?
- b) Em relação às distribuidoras/concessionárias que utilizaram o instituto da chamada pública, estabelecido pelo Art. 15 do Decreto n.º 5163/2004, qual é a parcela do mercado/carga destas que é atendida atualmente pela geração distribuída contratada pelo referido instrumento? (Considerando que há uma autorização legal para atendimento de até 10% da carga - §1º do Art. 15 do Dec. 5163/2004).

A Tabela 24 indica as principais informações obtidas junto ao Fala.BR através da consulta realizada.

Tabela 24 – Principais informações obtidas na consulta ao Fala.BR em 2021, a respeito da utilização do instituto da consulta pública pelas distribuidoras

Distribuidora Adquirente	Processo de Contratação	Sociedade Vendedora	Tipo de Usina/Fonte	Início do Contrato	Fim do Contrato	Potência contratada em MW médios
CEMAT (MT)	48500.005504/2006-61	TECNOVOLT	PCH	01/03/2007	31/12/2022	5,22

CEMAT (MT)	48500.002963/2006-01	SALTO JAURU ENERGÉTICA S/ASAJESA	PCH	01/07/2007	30/06/2027	1,37
ENERSUL (MS)	48500.001878/2008-13	COXIM ENERGIA LTDA	CGH	01/10/2013	03/12/2027	0,3
ENERSUL (MS)	48500.003901/2011-18	SÃO GABRIEL HIDROENERGIA	CGH	01/06/2011	01/07/2026	0,55
ESCELSA (ES)	48500.000950/2008-95	CASTELO ENERGÉTICA S/A	PCH	01/01/2008	17/07/2025	17,72
ENERSUL (MS)	48500.006243/2013-70	RAÍZEN CAARAPÓ	UTE	01/12/2013	31/12/2021	12,5
ENERSUL (MS)	48500.006243/2013-70	ENERGISA BIOELETRICIDADE VISTA ALEGRE I	UTE	01/12/2013	31/12/2021	10,5

Fonte: Elaboração própria, com dados do Fala.BR (2021)

Observa-se na Tabela 24 que, em que pese haver permissão legal para que as distribuidoras possam suprir até 10% (dez por cento) de seu mercado com GD contratada através do ICP desde 2004 (§1º do art. 15 do Decreto n.º 5.163/2004) (BRASIL, 2004b), tal instituto foi utilizado de forma limitada e tal fornecimento até a presente data é praticamente inexistente e tende a permanecer assim enquanto não houver uma reformulação do instituto.

Ademais, apesar do ProGD haver criado em 2015 (e atualizados em 2018) os VERS, conforme demonstrado na Tabela 6, até o momento estes não conseguiram impulsionar a contratação da GD pelas distribuidoras via ICP, uma vez que, conforme se observa na Tabela 24, todas as contratações realizadas até a presente data ocorreram antes de 2015, portanto, com base nos preços fixados antes do ProGD.

Por tais motivos, conclui-se que a afirmação trazida por Pereira et al. (2015) de que a ociosidade do ICP decorria principalmente em razão as remunerações insuficientes decorrentes do Valor Anual de Referência (VR), que era aplicado antes do ProGD e calculado com base nos valores médios de aquisição de energia elétrica nos leilões A-5 e A-3 conforme estabelecido pela Lei 10.848/2004⁵⁷ (BRASIL, 2004a), este não pode ser entendido como o principal fator.

É evidente que o fato da regulamentação atual, determina uma exposição do agente de distribuição ao risco da contratação, sem a possibilidade de auferir qualquer vantagem ou benefício em favor do agente concessionário que o utiliza (Art. 15, § 4º, do Decreto n. 5.163/2004) também contribuiu de modo determinante como barreira a sua utilização. Isto porque permite-se apenas dois resultados possíveis para as concessionárias que se valem do

⁵⁷ Isto porque ao serem baseados em projetos centralizados de grande porte, seu custo era inferior ao dos projetos de GD, fato que inviabilizava a contratação em razão do valor teto de referência, entretanto, todas as contratações existem foram realizadas sob este critério.

ICP: a) ausência de ganhos, se tudo der certo, uma vez que todos os benefícios serão repassados aos consumidores; ou b) prejuízo financeiro, ao suportar eventual custo adicional da realização da chamada ou penalidades por atrasos na geração contratada ou outros custos adicionais.

Na prática, portanto, dispositivo legal insculpido no § 4º, Art. 15, do Decreto n. 5.163/2004 retira totalmente o interesse da distribuidora em adquirir energia por meio de GD utilizando o mecanismo do ICP, a não ser em casos bastante particulares, na medida em que, valendo-se do dispositivo, o melhor resultado que poderia ser alcançado não lhe traria nenhum benefício econômico direto.

Neste sentido, observa-se que praticamente todos os sistemas contratados encontram-se localizados nos estados de Mato Grosso ou Mato Grosso do Sul, e valem-se da fonte hídrica, constituem-se em pequenas centrais hidrelétricas (PCHs), uma vez que nestas localidades ainda se encontram bons potenciais para serem aproveitados. No caso das duas UTEs, são sistemas alimentados a biomassa residual, sendo a venda da energia uma atividade que se constitui em complementar à principal.

Chama atenção a inexistência de sistemas fotovoltaicos contratados, na medida em que, como visto esta fonte é a dominante quando se fala em GD. A ausência de utilização do dispositivo após a implementação do ProGD também é outro aspecto relevante digno de nota, o qual demonstra que, neste aspecto a iniciativa implementada por tal programa não se mostrou efetiva.

Nada obstante, a partir de uma reforma pontual e de caráter incremental, o ICP poderia se constituir em um mecanismo importante para a inserção da GD no sistema, permitindo ganhos de eficiência com a redução das perdas sistêmicas e a postergação de investimentos em reforços na rede de distribuição e novas linhas de transmissão.

Sem embargo, para que tal cenário se materialize é necessário reformar o instituto, conferindo benefícios que incentivem a sua utilização por parte das concessionárias.

O primeiro passo nessa direção seria passar a conceber as distribuidoras não apenas como empresas-fio e fornecedoras de energia, mas como prestadoras de serviços e soluções de energia; atores que buscam atender, através dos serviços prestados, às necessidades do sistema e de seus usuários. Tais serviços deveriam estabelecidos de forma geral e incentivados por meio de mecanismos de incentivo à performance, capazes de estimular a cooperação entre os diferentes atores.

A reforma da disciplina do ICP, portanto, para ser efetiva, deveria permitir a incorporação de parte das vantagens econômicas decorrentes da contratação da GD em valor inferior ao valor de referência da fonte contratada (VERS), além de parte dos benefícios decorrentes da redução

das perdas e postergação dos investimentos na rede. Tais benefícios deveriam ser estimados previamente por meio de um procedimento específico realizado pela ANEEL, viabilizando mensurar em que medida os benefícios inicialmente estimados foram efetivamente implementados.

No primeiro caso, o cálculo é simples, na medida em que se constitui entre a diferença do valor de referência fixado pelo MME e o valor obtido no contrato, no segundo caso, entretanto, entende-se que este deveria ser estimado nos estudos iniciais de localização e conexão do sistema a ser submetido à chamada, com previa aprovação dos estudos e valores pela ANEEL, sendo tais benefícios verificados após a implementação.

Apesar do evidente grau de complexidade, um arcabouço legal que incentive as distribuidoras a promoverem a instalação de GD em pontos específicos de sua rede de distribuição, como, por exemplo, próximo a clientes industriais, comerciais ou condomínios de grande porte, com perfil de carga compatível com a geração da fonte de GD a ser selecionada, poderiam possibilitar redução significativa das perdas sistêmicas, bem como postergação de investimentos em reforços e ampliações da rede de distribuição. Tais arranjos, portanto, podem beneficiar a todos os atores do SEB sem a necessidade de mudar a lógica dos regimes tarifários residenciais, comerciais e industriais.

Para as distribuidoras, a estipulação de VRES, caso a caso, além da possibilidade de apropriação de parte dos benefícios obtidos com a aquisição da energia através do ICP, viabilizaria a possibilidade de economias na aquisição de energia, a curto e médio prazo, através de geração em localidades próximas às necessidades da rede, liberando investimentos em infraestrutura. O ICP se constituiria, portanto, em um instrumento inteligente, assertivo e eficiente para planejar o atendimento a demandas de novos clientes (indústrias, centros comerciais e edifícios corporativos, por exemplo), além do aumento da carga decorrente da eletrificação da mobilidade e climatização.

Além disso, tanto no caso do *FIT*, quando do *SCE*, estes se constituem em formas de incentivo baseadas do *feed and forget*, que diluem para o sistema o custo do investimento no tempo, sendo os modelos de inserção da GD mais difundidos no mundo. Entretanto, não promovem um uso consciente da energia nem a contemporaneidade entre produção e consumo, além de necessitar que custo inicial venha a ser adiantado pelo *prosumer*, de modo que ambos os esquemas incentivam a adoção de GD prioritariamente entre a parcela mais privilegiada da população, criando subsídios cruzados entre adotantes e não-adotantes. Neste caso, o ICP poderia ser uma forma de reforçar a rede de distribuição através da implementação de GD com um custo reduzido para o sistema, visto os ganhos de escala e a apropriação de ganhos de

eficiência na rede. Caso parte dessa energia viesse a ser destinada a usuários beneficiários da tarifa social ou da CCC, poderia também criar uma solução que gerasse menos custos para o sistema, através da redução de encargos setoriais e redução da pobreza energética da população.

Os entrevistados que responderam a esta questão relativa a reforma do ICP também foram unânimes em afirmar a necessidade de uma nova legislação que autorize a apropriação de parte dos benefícios obtidos com a redução das perdas sistêmicas e custos de contratação pelas distribuidoras como forma de tornar tais iniciativas economicamente interessantes para as concessionárias, incentivando a utilização do mecanismo e a adoção da GD.

O novo ICP também poderia ser utilizado como embrião e fase de transição para a implementação dos conceitos de ACC e CEL, através da seleção/contratação de projetos pilotos, garantindo, neste momento inicial uma cooperação sinérgica da parte das concessionárias, incentivando a transição do mercado elétrico. O novo ICP e as novas figuras do SCE poderiam, assim, evoluir em conjunto e de forma concomitante, na medida em que tratam-se de arranjos técnicos para a implementação da GD. Desde modo, compartilham benefícios e desafios, sendo ambas influenciadas por inovações da rede de distribuição e das tecnologias de comunicação e sensoríticas que vem ampliando a digitalização e o controle da rede.

O trabalho conclui que a reforma do ICP poderia se constituir em um primeiro passo ou um aspecto integrador relevante a ser inserido na construção deste novo paradigma, que precisa ser edificado no atual processo de reforma do arcabouço legal do SEB.

4.4.5 Esquemas coletivos de energia para maximização da flexibilidade na integração da geração distribuída

O SCE, conforme detalhado nos capítulos precedentes, é atualmente a principal forma de regular a entrada da GD na matriz elétrica nacional. Entretanto, padece de diversas criticidades e se apresenta como um modelo não sustentável no longo prazo.

Ademais, as reformas propostas e analisadas no item 2.2.4 não serão capazes de corrigir os problemas no sistema de compensação, na medida em que, a nível de sistema, as duas principais criticidades seriam mantidas, a saber:

- i) o incentivo à utilização da rede nacional como bateria virtual, desestimulando medidas que promovam a coincidência entre geração e consumo, e incremento da flexibilidade, a exemplo da resposta da demanda; e

- ii) os subsídios cruzados gerados entre adotantes e não-adotantes, que beneficiam as faixas sociais mais altas em detrimento dos demais usuários do sistema.

Desde modo, qualquer das alternativas defendidas pela ANEEL no AIR ou nos projetos de n. 5.829/2019 e n. 2.215/2020, que venha a ser aplicada, terá como efeito prático a modulação do montante do subsídio cruzado gerado pelo SCE, com implicação na redução ou não-atratividade da GD, implicando, conseqüentemente, na redução do número de instalações e desaceleração da expansão deste vetor no País, fato que determinará reflexos na geração de empregos, modernização da rede de distribuição e processo de transição energética. Além disso, tais propostas não se apresentam como capazes de dar uma solução para as criticidades principais destacadas no presente estudo.

Diante disto, propõe-se a reforma do ICP, permitindo a abertura de uma via coordenada de inserção da GD, conforme detalhado no item anterior, como primeiro passo. E, no que tange a regulação do SCE, o presente trabalho apresenta como proposta a sua substituição por um modelo que seja focado no autoconsumo instantâneo e coletivo da energia gerada, na proximidade do sistema de geração, portanto, que premie a contemporaneidade entre produção e consumo local, maximizando a flexibilidade e eliminando a utilização do SIN como armazenamento virtual, conforme ocorre atualmente com o SCE.

Desta forma, a energia gerada pelo sistema seria compartilhada pelos usuários integrantes dos arranjos de ACC e CEL, desde que houvesse contemporaneidade entre geração e consumo, apurada através das medições realizadas pela distribuidora, conforme ilustrado na Figura 4, implicando assim em uma redução do custo da conta de eletricidade, além de incentivar a resposta à demanda e a instalação de soluções de acúmulo.

No caso do ACC, por se verificar um perímetro mais reduzido e ausência do uso da rede de distribuição para o compartilhamento da energia, não se verificaria a incidência das parcelas relativas a distribuição e transmissão em relação da energia compartilhada instantaneamente, de modo que a energia compartilhada seria equivalente a Alternativa 0 (veja-se Figura 14), ou seja, apresentaria valor integral para o kWh. No caso das CELs, como se verificaria a utilização de parte da rede de distribuição para o compartilhamento da energia, sugere-se uma escala, de acordo com o nível de proximidade existente entre o sistema de geração e os usuários. A título de exemplo, quando sistema de geração e usuário estiverem conectados no mesmo transformador de baixa tensão, o valor da energia compartilhada seria equivalente a 90% do kWh da rede, já quando ambos estiverem conectados ao mesmo alimentador de média tensão seria equivalente a 80%. A seu turno, quando a conexão for realizada por meio da subestação

elevadora, todos os encargos referentes ao sistema de distribuição deveriam ser pagos, de modo que o valor seria equivalente à Alternativa 1 (veja-se Figura 14), ou seja equivalente à 72% do kWh da rede local.

A seu turno, quando a energia gerada fosse injetada na rede, não havendo o consumo de um dos membros do arranjo de ACC ou CEL naquele momento, esta viria remunerada unicamente com base no preço da componente energia, que seria equivalente à Alternativa 5 da ANEEL, ou seja, 38% do valor do kWh.

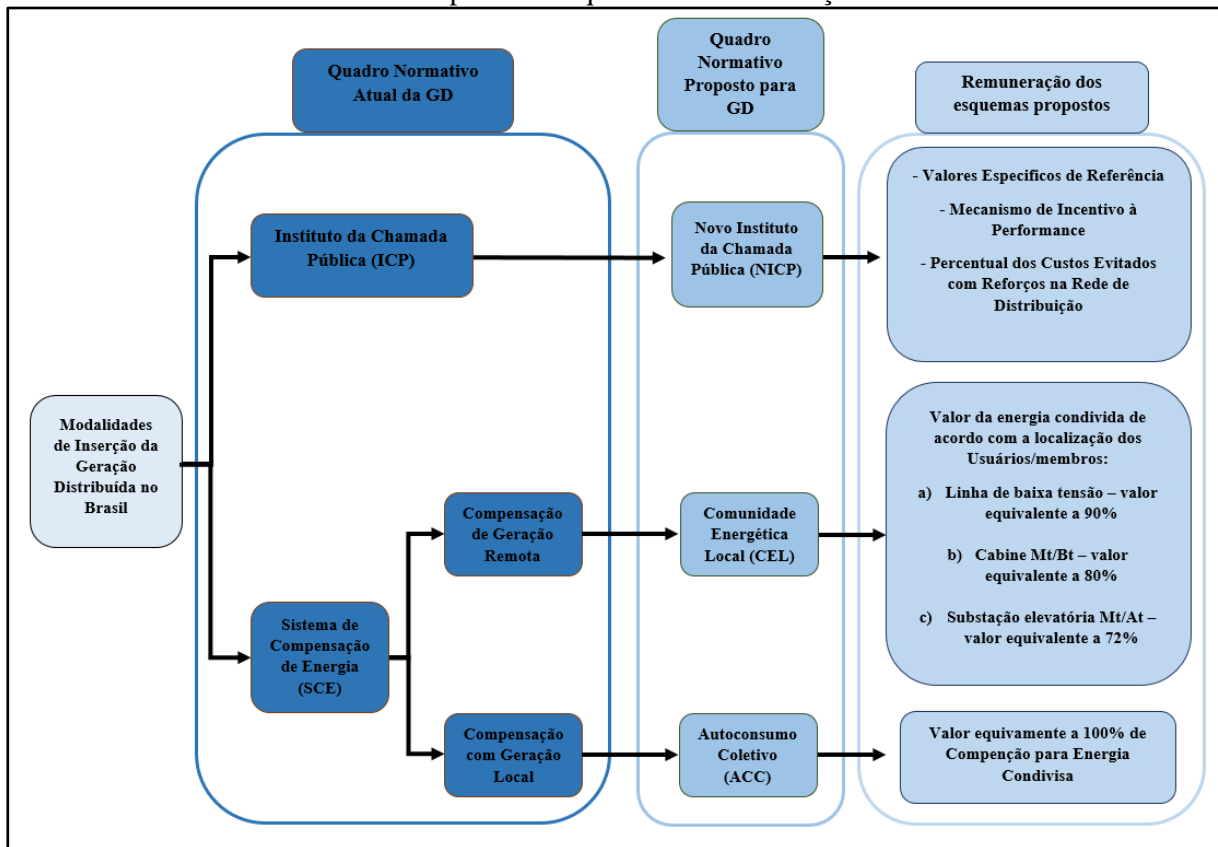
Desde modo, para se otimizar o retorno do sistema, seria necessário estimular a coincidência entre produção e consumo de energia na proximidade do sistema de geração, fator extremamente importante para evitar fluxos reversos nas linhas de distribuição, além de promover flexibilidade e resposta da demanda em relação aos usuários, reduzindo os picos de consumo do SIN. Nesses arranjos a instalação de sistemas de armazenamento também seria estimulado, na medida em que ao carregar a bateria se verificaria o consumo da energia, configurando o autoconsumo instantâneo, a qual restituiria em um momento de não geração do sistema. Tal medida não exclui, entretanto, a necessidade de se instituir outros incentivos para a instalação de baterias, a exemplo de remuneração pelos serviços ancilares que podem ser providos e de redução de picos na demanda, através de um cronograma de despacho estabelecido pelo ONS ou distribuidora.

Diante disto, em relação ao SCE, o presente estudo apresenta como proposta para o seu aperfeiçoamento, a inclusão arranjos de ACC e CEL, em substituição ao autoconsumo remoto e geração compartilhada, como forma de conferir mais efetividade na inserção da GD no SEB. Tais arranjos se mostram particularmente adequados a substituir as modalidades atuais de geração compartilhada e o autoconsumo remoto, instituídos a partir da Resolução ANEEL n. 687/2015 (BRASIL, 2015d), mas não só, uma vez que, restringido o uso da rede como local de armazenamento da energia para futura compensação, tal modelo tornar-se-ia vantajoso para os usuários finais através de agentes de agregação, direcionando a concepção dos novos sistemas a serem instalados. Tal arranjo também evitaria a proliferação descontrolada de sistemas em determinadas zonas urbanas, evitando a ocorrência de fluxos reversos, na medida em que não havendo a possibilidade de contemporaneidade entre produção e consumo, se verificaria uma redução do incentivo econômico obtido pelo usuário detentor do sistema. Ou alternativamente, estimularia a instalação de sistemas de acúmulo, a fim de que a energia excedente, fosse acumulada a utilização posterior. Ambas as situações evitam a ocorrência de fluxos reversos e promovem o balanceamento da rede de distribuição.

O novos arranjos de ACC e CEL também reduziriam os níveis de subsídios cruzados existentes atualmente no SCE na medida em que eliminariam a utilização gratuita do SIN como local de armazenamento virtual, além de impedir arranjos que se baseem na geração em um perímetro remoto em relação à carga atendida, visto que, na prática, nesses casos se observa a utilização integral do SIN para transporte da energia gerada e atendimento da carga/consumo.

A Figura 37 ilustra as propostas apresentadas na presente tese, destacando os instrumentos do quadro normativo atual, os arranjos propostos como a reforma do ICP, o ACC e CEL, detalhando de forma esquemática o modo de remuneração destes.

Figura 37 – Modelo esquemático do quadro normativo atual, das propostas apresentadas na tese e com seus respectivos esquemas de remuneração



Fonte: Elaboração Própria

A proposta, portanto, vem da aplicação dos princípios da economia da compartilhada (*sharing economy*) no setor da energia, através de uma nova modalidade de produção e consumo, aprimorando o SCE, com o objetivo de aumentar a flexibilidade, reduzir os subsídios cruzados entre adotantes e não-adotantes, além de eliminar a utilização do sistema como bateria virtual. Para tal, a solução da autoprodução coletiva, através dos arranjos de ACC e CEL, visa estimular a descentralização de pequenas centrais de fontes renováveis, espalhadas por todo o

território, e ligadas por redes inteligentes, que permitem a produção e partilha da energia, reduzindo os excedentes e fluxos reversos na rede de distribuição, através da orientação da demanda em direção aos perfis de produção dos sistemas renováveis.

Além disso, a participação de cidadãos e autoridades locais em projetos de energia renovável através das CELs, como observado nos casos de estudo realizados e destacado pelos entrevistados Filippo Molinari e Gianluca Avella, ambos da AESS, promove um valor agregado significativo em termos de aceitação local e incentivo à instalação dos sistemas de energia renovável e acesso a capital privado adicional, que se traduz em investimentos locais e mais participação de cidadãos na transição energética.

A participação das autoridades locais também é entendida como fundamental para se imprimir um ritmo mais acelerado, bem como disseminação das iniciativas em zonas socialmente menos privilegiadas, permitindo que as ações possuam também um componente de combate à pobreza energética, necessário ao cumprimento dos objetivos da Agenda 2030.

A implementação da proposta aqui apresentada certamente não será trivial, tendo em vista o tema complexo e a necessidade coordenação entre diversos atores do setor, motivo pelo qual o seu aprofundamento e maturação através de projetos de P&D, bem como a implementação de projetos pilotes em ambientes de *regulation sandbox* para testar e refinar as soluções através da lógica do *learning by doing* é fundamental.

A seu turno, considerando que um dos principais benefícios da GD é a redução das perdas de energia nas redes de transmissão e distribuição, em razão da redução do fluxo nestas, o presente estudo considera que os limites legais para potência devem ser revistos, sendo limitados por um zoneamento da rede de distribuição, a ser realizado e disponibilizado pelo agente concessionário. Tais limites poderiam ser auferidos através das ferramentas de fluxo de carga atualmente disponíveis e utilizadas pelos agentes concessionários, facilitando a avaliação e implementação. Além disso, entende-se que devem ser incluídos incentivos orientados a majoração do autoconsumo, a exemplo de bônus de isenção de parte de custos da rede para sistemas que autoconsumam 100% da energia gerada, diretamente ou através do compartilhamento da energia, estimulando também a instalação de sistemas de armazenamento e limitando, assim, a ocorrência de fluxos reversos e através da contemporaneidade entre produção e consumo.

Entende-se também que, ao contrário do quanto verificado na regulamentação Europeia, os agentes concessionários da rede de distribuição não devem ser excluídos dos esquemas de ACC e CEL. De fato, a participação e colaboração destes deve ser estimulada, através da previsão de fornecimento de serviços específicos, visando a agregação e ganhos de eficiência

da rede, com apropriação de parte dos benefícios verificados, incentivando uma posição na cadeia produtiva, mediante a colaboração no desenvolvimento dos projetos de forma otimizada, tais aspectos podem ser implementados e auditados através da introdução de mecanismos de incentivo a performace (PIMs).

Com base nas evidências coletadas com o estudo de caso Italiano, o presente estudo também sugere que seja facultada a migração dos sistemas existentes ao novo regramento, desde que instalado um sistema de armazenamento no sistema de geração, viabilizando assim acesso aos novos incentivos. Tal medida valorizaria as iniciativas pioneiras e abriria espaço para acelerar a difusão do armazenamento, importante para a oferta de serviços ancilares e para o equilíbrio da rede elétrica.

Também ficou claro nas entrevistas e nos casos de estudo que o tema é bastante complexo, de modo que a assistência técnica e um marco legal claro, que promova segurança e estabilidade, serão fatores determinantes para o início de projetos comerciais. Neste sentido, a possibilidade de testar diferentes modelos de negócios e arranjos técnicos, através de uma abordagem “*learning by doing*”, permitindo a geração de conhecimento prático e experiências sobre o tema, foi apontada como fundamental por todos os entrevistados técnicos, que concordaram sobre a importância da promoção de fases de experimentação e projetos pilotos.

Desse modo, a adoção de mudanças incrementais, que promovam a inserção da GD partindo da reforma do ICP, conforme detalhado no item anterior, para posteriormente se chegar a um modelo baseado no ACC e CELs, apresenta-se como adequado, sobretudo quando considerada a complexidade do setor elétrico e dos desafios postos pela necessidade de rápida descarbonização deste.

Por fim, também é importante destacar a necessidade de se incluir a obrigação dos arranjos de ACC e CELs de dar *feedback* personalizado aos seus membros, detalhando os comportamentos que levaram a economia de energia, aumento da quota de autoconsumo da eletricidade gerada e redução da intensidade de carbono da energia consumida, com base nos dados coletados. Tais medidas aumentam a conscientização dos usuários e induzem às mudanças de comportamento dos membros em modo virtuoso, aumentando a capacidade de responder aos sinais de preço e de atuar de modo flexível. Todos os entrevistados concordaram que essa medida pode ser uma forma muito econômica de conscientizar o membro/usuário em relação às questões da transição energética, promover mudanças culturais e incentivar a modernização de edifícios, impulsionando a economia de energia e a redução de emissões.

5 CONCLUSÃO

Como foi demonstrado no presente trabalho, ao redor do mundo o desenho das políticas e do arcabouço jurídico molda de forma decisiva a ação e o funcionamento dos diferentes atores do sistema, sobretudo em mercados altamente regulados, como o de eletricidade.

A presente tese também demonstra a importância da implementação de parâmetros para guiar a gestão e evolução do setor, como, por exemplo, a fixação de limites e objetivos, a exemplo da intensidade de carbono da eletricidade gerada, preços de referência compatíveis com o valor das fontes que se pretende estimular, mecanismos de incentivo à performance e medidas regulatórias para garantir uma parcela mínima de energias renováveis e/ou GD nas matrizes elétricas. Tais aspectos são fundamentais para a consecução da transição energética e devem ser inseridos no marco legal, comunicados de forma transparente e eficiente ao setor e aos usuários finais, permitindo que esta informação norteie a ação dos agentes do setor e também informe os cidadãos. A falta de engajamento dos cidadãos e/ou das instituições do Estado no processo de transição energética inviabilizará a sua consecução dentro da janela temporal que a humanidade tem a disposição para limitar o aquecimento global.

Uma reforma abrangente do marco legal é necessária para consolidar a legislação do setor de energia e introduzir um novo paradigma, alinhado com os objetivos da Agenda 2030 e as metas do Acordo de Paris. Sem um novo arcabouço jurídico para o mercado elétrico e figuras legais, que melhorem os esquemas de negócios atuais, tais como as propostas neste trabalho, como a reforma do instituto da chamada pública (ICP) para contratação de GD pelas distribuidoras e a introdução dos arranjos de autoconsumo coletivo (ACC) e comunidades energéticas locais (CELs), que permitam um forte envolvimento dos cidadãos e da sociedade civil, a transição energética não ocorrerá de modo justo e custo-efetivo.

Por outro lado, em um setor extremamente complexo como o elétrico, mudanças incrementais, baseadas em uma abordagem de “*learning by doing*” apresentam uma implementação mais palatável e segura. Assim, a utilização de ambientes regulatórios experimentais (*sandbox regulatório*) para testar propostas e soluções inovativas no setor são de suma importância. Entretanto, o desenho da iniciativa a ser testada e a sua aplicação concreta de forma adequada depende de uma participação efetiva dos atores afetados desde a fase de projeto destas e coordenamento, monitoramento e avaliação periódica de sua implementação por parte das instituições pertinentes, a fim de viabilizar o aperfeiçoamento da iniciativa e aprendizado ao longo do processo.

O presente estudo demonstrou como o planejamento do setor elétrico brasileiro tem implementado uma tendência de aumento consistente na intensidade de emissões de carbono na matriz, indo em caminho oposto da orientação contemporânea mundial. Tal situação deve se agravar com o avançar das mudanças climáticas em razão da recorrência de crises hídricas, cada vez mais intensas e recorrentes, e a conseqüente necessidade de se ampliar a utilização do *backup* termoelétrico do SIN.

Os dois casos pilotos em comunidades periféricas acompanhados e analisados ao longo do doutoramento ensinam lições preciosas, através de erros que não devem ser repetidos e soluções inovativas que podem ser adaptadas e replicadas no contexto brasileiro. Apontam também para rotas alternativas, que demonstram a possibilidade de avançar com a transição energética ao mesmo tempo que se combate a pobreza que acomete as faixas mais vulneráveis da sociedade.

Os arranjos legais sugeridos no presente trabalho demonstram que é possível incentivar a inserção da GD FV sem a necessidade de recorrer a subsídios cruzados prejudiciais à coletividade ou ao sistema para o armazenamento virtual da energia. Tais figuras legais, se implementadas, podem ajudar o setor elétrico a acelerar a transição energética, através de um modelo mais flexível e socialmente justo, além de entregar resultados capazes de auxiliar o Brasil a contribuir para um cenário global em que o aumento das temperaturas não ultrapasse 1,5° C.

A construção de um futuro sustentável para o SEB, que seja ambientalmente correto e economicamente viável, se assenta na implementação do *mix* de fontes renováveis disponíveis no território, através de uma política que gere de forma eficaz a expansão da capacidade instalada (energia nova) e o equilíbrio do SIN, garantindo segurança de abastecimento, acessibilidade e redução da pobreza energética da população.

Neste sentido, conforme detalhado no item 4.4, a principal contribuição da presente tese consiste em propostas regulatórias que configuram inovações de cunho social (*policy e governance*), cuja implementação busca promover uma aceleração coordenada da expansão da GD renovável no SEB, através de políticas públicas setoriais que possam conferir mais efetividade em relação ao vetor de descentralização na matriz elétrica brasileira, quando comparado aos instrumentos postos à disposição pelo quadro normativo atual.

Para tanto, a tese apresenta duas propostas de alterações legislativas de caráter incremental e que podem ser aplicadas de modo sucessivo ou contemporâneo, uma focada na abordagem de integração da GD que poderia ser considerada *top-down* realizada a partir do ICP (item 4.4.4 *O Instrumento da Chamada Pública como vetor para a expansão coordenada da*

geração distribuída na rede de distribuição), no qual a concessionária de distribuição é o agente principal. E outra baseada em uma abordagem *bottom-up*, que seria o aperfeiçoamento do SCE, em especial no que tange a geração compartilhada e ao autoconsumo remoto, pelos esquemas coletivos de produção e consumo, a saber: autoconsumo coletivo e comunidade energéticas locais (item 4.4.5 *Esquemas coletivos de energia para maximização da flexibilidade na integração da geração distribuída*), conferindo, neste caso, protagonismo aos usuários.

É importante destacar que, conforme verificado no resultado dos estudos de casos, em ambas as situações, apesar de existir um lado preponderante distinto em cada uma das propostas, a interação entre os atores locais e o agente de distribuição é sempre necessária, a fim de que se possa encontrar a solução mais efetiva para o desenvolvimento e integração dos sistemas de geração. Se é a distribuidora que detém o conhecimento da rede de distribuição e as empresas do setor o conhecimento técnico sobre os aspectos da geração, o engajamento e participação dos *stakeholders* é imprescindível para correta identificação das necessidades e potencialidades do território, apresentando-se como um catalisador para promoção de um planejamento mais efetivo, com engajamento e aceitação do sistema na comunidade local, conforme demonstram ambos os estudos de caso.

Neste sentido, as iniciativas de ACC e CELs podem promover valência econômica, social e ambiental para o território, auxiliando a consecução da transição para uma sociedade de baixo carbono alinhada com a Agenda 2030. Tais aspectos superam os meros benefícios derivados da prestação de serviços de energia ou vantagens econômicas. Nada obstante, o acesso aos programas de incentivo à GD, incluindo ACC e CELs devem ser concedidos em termos justos e que reflitam os custos efetivos para o sistema e o conjunto da sociedade, evitando a ocorrência de distorções e subsídios cruzados indesejados, evitando, assim, que se repitam as criticidades do SCE.

O fornecimento seguro de eletricidade moderna, descarbonizada, a preço acessível e produzida de maneira ética deve ser garantido para a consecução da transição energética e a plena implementação da Agenda 2030 e do Acordo de Paris. Na construção deste percurso, a reforma do ICP e os esquemas de ACC e CELs se apresentam como opções para auxiliar no alcance tais objetivos.

A implementação das propostas regulatórias aqui apresentadas, conforme detalhado, podem ser capazes de promover a eficiência energética a nível de sistema (em especial no caso do ICP), além de ajudar a combater a pobreza energética, fortalecendo a coesão social e comunitária (prioritariamente no caso do ACC e CELs).

Os estudos de caso do projeto GECCO: *Green Energy Community*, realizado em Bolonha, na Itália, ilustrou aspectos importantes e forneceu novos *insights* para a estipulação de mecanismos que garantam uma evolução do quadro jurídico do setor energético nacional. Tais políticas podem ser implementadas e calibradas para impulsionar a transição energética brasileira, acelerando a mudança de paradigma e a construção de uma sociedade de baixo carbono no país.

As tecnologias de geração renovável e digitais agora encontram-se maduras e são capazes de reinventar o modo como a energia deve ser produzida, distribuída, armazenada, usada e vendida para construir um novo mundo com emissões líquidas zero que seja sustentável e justo para todos. Neste sentido, recomenda-se também uma maior consideração em relação ao *feedback* personalizado e obrigatório para os usuários sobre seu perfil de consumo e como implementar medidas que gerem a uma economia de energia, com base nos dados coletados, uma vez que essa pode ser uma maneira muito econômica de aumentar a conscientização e promover comportamentos virtuosos do consumidor.

Entende-se que esses aspectos, se colocados corretamente, têm o potencial de iniciar um ciclo positivo no setor, na medida em que políticas governamentais, iniciativas empresariais e de cidadãos se reforçam mutuamente, sendo assim capazes de colaborar para a aceleração da transição energética, através da promoção de ações que também contribuam para a mitigação e adaptação às mudanças climáticas.

Neste diapasão, conforme exposto no primeiro capítulo, a questão principal que motivou a presente pesquisa foi justamente analisar o marco legal do setor elétrico brasileiro para propor novos arranjos de políticas regulatórias para a geração distribuída fotovoltaica, que pudessem ser implementadas no âmbito do atual processo de reforma e, assim, aprimorá-lo para contribuir com a aceleração da transição energética e a construção de uma sociedade de baixo carbono no Brasil. Para responder a tal questão, foram definidos um objetivo geral e quatro objetivos específicos, os quais foram integralmente cumpridos ao longo do percurso do doutoramento.

Destaca-se, por oportuno, que o primeiro objetivo específico foi alcançado com a verificação das principais barreiras existentes à inserção da GD no Brasil, além da identificação das distorções e criticidades criadas pela regulação atual. Com isso, foi possível destacar a necessidade de reformar o Instituto da Chamada Pública (ICP) e o Sistema de Compensação de Energia (SCE).

O segundo objetivo específico foi cumprido sobretudo por meio da análise bibliográfica e institucional, dos estudos de casos e das entrevistas realizadas no Brasil e na Itália, que permitiram a comparação entre os marcos regulatórios, em especial no que tange a temática da

geração distribuída na União Europeia (com foco na Itália) com a legislação implementada no Brasil. Através do método funcional do direito comparado, foi possível, portanto, identificar soluções legais e rotas alternativas que poderiam ser adaptadas ao caso brasileiro, a fim de equacionar as distorções e criticidades identificadas no marco legal brasileiro relativo à geração distribuída.

O acompanhamento dos estudos de caso selecionados ao longo do processo permitiu à pesquisa interagir diretamente com a realidade, através de experiências concretas sobre os temas investigados, o que permitiu a identificação de novas barreiras à inserção da GD, em complementação àquelas identificadas na revisão bibliográfica, bem como a ocorrência de novos *insights* sobre o tema. Tal experiência, foi de suma importância para a obtenção dos resultados e, apesar de se constituir no foco do terceiro objetivo específico, foi transversal à consecução dos demais objetivos delineados.

O quarto objetivo específico foi alcançado com a elaboração das propostas de forma aderente à realidade brasileira e a apresentação das contribuições à consulta pública realizada pelo Ministério de Minas e Energia, além das apresentações realizadas em congressos acadêmicos e publicação dos artigos científicos, que expuseram e discutiram as propostas de políticas regulatórias alternativas formuladas para o marco legal do setor elétrico brasileiro, com foco na geração solar distribuída.

Destaca-se, por fim, que uma análise aprofundada da estrutura tarifária de energia elétrica foge ao escopo deste estudo e, portanto, é tratada de forma simplificada, assim como a investigação dos subsídios cruzados entre adotantes e não adotantes. Além disso, mais estudos são necessários para cobrir aspectos técnicos mais específicos do aumento da penetração da GD, como as reduções de impostos e impactos negativos no modelo de negócios das concessionárias. Não obstante tais limitações, o presente estudo buscou dar sua contribuição ao atual processo de reforma do SEB, visando colaborar com a construção do novo paradigma do setor elétrico, de modo a contribuir para a aceleração da transição energética atualmente em curso.

6 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Acredita-se que uma tese de doutorado não termina com uma conclusão definitiva em relação ao tema, um vez que faz emergir mais perguntas e novos caminhos de investigação e aprofundamento a serem percorridos, sobretudo quando a sociedade encontra-se imersa em períodos de transição de paradigmas, como o atual momento.

Além disso, temas que envolvem tecnologia e inovação encontram-se em constante evolução e transformação, requerendo novos arranjos e avanços das políticas regulatórias e das formas de interpretação de seus institutos, a fim de acompanhar a evolução das situações e das possibilidades que se apresentam no “mundo dos fatos”.

A seu turno, tendo em vista que o processo de reforma do quadro legal do setor ainda se encontra em aberto e, os temas da flexibilidade, da gestão da demanda e das comunidades energéticas locais como instrumento de promoção da transição energética constituem-se como emergentes, entende-se que muitos aspectos novos podem ser explorados no futuro. Pretende-se, por exemplo, analisar os desdobramentos das leis nacionais que vem sendo implementadas na Europa a partir do *Clean Energy Package*, além das contribuições dos usuários e o papel do engajamento social, na construção de uma sociedade de baixo carbono.

Considerando tais aspectos, em um primeiro momento, buscar-se-á dar continuidade ao acompanhamento dos casos de estudos selecionados e analisados ao longo percurso do doutorado. Isto porque, em relação aos condomínios de Juazeiro, ainda não foi encontrada uma solução concreta que permita a reconexão do sistema fotovoltaico. O pesquisador segue em contato com a Sra. Raimunda Alves Milet, buscando auxiliar na busca por uma resolução da situação, e a população daquela localidade se encontra em uma situação de grande dificuldade, sobretudo após a emergência da crise sanitária. Dar-se-á também continuidade ao acompanhamento do projeto GECCO: Green Energy Community, na medida em que este se encerra em 2022 e foi alcançado um acordo de colaboração junto à AESS para permitir o acompanhamento do projeto pelo pesquisador até sua conclusão final.

Ademais, o pesquisador pretende aproveitar a rede de contatos criada com institutos internacionais, sobretudo europeus, a exemplo da AESS, UniBo, FSR e ENEA, a fim de desenvolver um Pós-Doutorado sobre o tema, além de projetos no âmbito das energias renováveis, capazes de mobilizar recursos internacionais para colaborar com o desenvolvimento do território brasileiro. Neste sentido, foi apresentado em 2020 o Projeto *SAMBA - Salvador and Metropolitan City of BAri in transition to low carbon communities*,

sendo este resubmetido em 2021 ao programa *Local Authorities: Partnerships for sustainable cities 2021*, promovido pelo fundo para cooperação internacional EUROPE AID. O projeto SAMBA busca desenvolver uma parceria entre a Cidade de Salvador e a Cidade Metropolitana de Bari para promoção intercâmbio de experiências, boas práticas e execução de projetos pilotos ligados às energias renováveis e a transição ecológica.

Pretende-se também aprofundar temas relativos ao acesso à energia como direito fundamental e a eliminação da pobreza energética, a fim de construir percursos que possam auxiliar na implementação dos ODS 7, 11, 12 e 13 da Agenda 2030, a partir de arranjos comunitários e de consumo coletivo de energia, colaborando, assim, com o desenvolvimento sustentável das cidades brasileiras, mas também de comunidades indígenas, ribeirinhas e quilombolas Brasil afora, visto que estes últimos se constituem nos segmentos da população historicamente desfavorecidos e em situação de maior vulnerabilidade.

O tema da criação de mecanismos de renda para populações vulneráveis, por meio da instalação de sistemas de geração renovável, através de fundos rotativos que se retroalimentam, também é de interesse do pesquisador, já foram analisados parcialmente no passado, através do caso de estudo de Juazeiro, da legislação italiana e da proposta do Anteprojeto do Código Brasileiro de Energia Elétrica e devem ser aprofundados em trabalhos e projetos futuros.

REFERÊNCIAS

ABRAMOVAY, R.. Inovações para que se democratize o acesso à energia, sem ampliar as emissões. *Ambiente e Sociedade*, vol.17, no.3. São Paulo, 2014.

ACOSTA, C., ORTEGA, M., BUNSEN, T., KOIRALA, B., GHORBANI, A.. Facilitating energy transition through energy commons: an application of socio-ecological systems framework for integrated community energy systems, *Sustainability*, 10: 366, 2018. <https://doi.org/10.3390/su10020366>

AFONSO, G. S.. Análise dos Instrumentos Normativos de Suporte à Geração Solar FV Distribuída Conectada à Rede de Distribuição. Dissertação - Universidade de Brasília, 2012.

AGUIAR FILHO, F. L.. Modelo Institucional do Setor Elétrico Brasileiro: análise da capacidade de atração de capital privado para investimentos em geração de energia hidrelétrica. Dissertação - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2007.

ALESSI, P., BHAGWAT, P., BHAGWAT S., GLACHANT, J. M., HADUSH, S., MONTESANO, G., PAPA, C., PÉREZ-ARRIAGA, I., ROSSETTO, N.. FSR Global Forum Report. Florence School of Regulation, 2019.

ALEXY, R.. Teoria dos Direito Fundamentais. Malheiros; Edição: 2ª, 2011.

AMARAL, A. B. A., MENDONÇA, A. L. Z. L. G., RESENDE, A. A. M., REGO, E. E.. Solar Energy and Distributed Generation: 2015, a Year of Inflection in Brazil?. *IEEE Latin America Transactions*, Vol. 14, nº. 8, 2016. DOI: [10.1109/TLA.2016.7786357](https://doi.org/10.1109/TLA.2016.7786357)

AMARANTE, O. A. C. do; BROWER, M.; ZACK, J.; SÁ, A. L. de.. Atlas do Potencial Eólico Brasileiro. Brasília, 2001.

ANA, Agência Nacional de Águas. Resolução nº 742, de 24 de abril de 2017.

ANAYA, K. L., POLLITT, M. G.. Integrating distributed generation: Regulation and trends in three leading countries. *Energy Policy*, v. 85, p. 475-486, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2015.04.017>

ANDRADE FILHO, L. T., Entrevista com o representante do MME, trecho citado extraído do minuto 36:00. Brasília, Brasil, em 22 Março 2017.

ANDRADE, M. M. P. de. O direito social fundamental de acesso à energia elétrica e a atuação estatal. Dissertação – Programa de Pós-graduação em Direito da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2009.

ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica. Resolução Normativa N° 77/2004, Brasília, 2004. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2004077.pdf>>. Acesso em 21 ago. 2017.

_____. Resolução Normativa N° 414/2010. Brasília, 2010. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2010414.pdf>>. Acesso em 14 ago. 2017.

_____. Processo n. 48599.995435/2012-88, Projeto de Geração de Energia Solar nos Condomínios Praia do Rodeadouro e Morada do Salitre em Juazeiro - Ba, Interessado Brasil Solair, Superintendente Carlos Alberto Calixto Mattar, 2012a.

_____. Resolução Normativa N° 482/2012. Brasília, 2012b. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2012482.pdf>>. Acesso em 30 dez. 2017.

_____. Resolução Normativa N° 493/2012, Brasília, 2012c. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2012493.pdf>>. Acesso em 21 ago. 2017.

_____. Resolução Normativa N° 502/2012, Brasília, 2012d. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2012502.pdf>>. Acesso em 21 ago. 2017.

_____. Resolução Normativa N° 517/2012. Brasília, 2012e. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2012517.pdf>>. Acesso em 30 dez. 2017.

_____. Resolução Autorizativa n. 4385, de 22 de outubro de 2013. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/cedoc/rea20134385.pdf>. Acesso em 30 dez. 2017

_____. Nota Técnica DEA n° 01/2015 - Estimativa da capacidade instalada em geração distribuída no SIN: aplicações no horário de ponta- ANEEL, de fevereiro de 2015a.

_____. Nota Técnica N° 0017/2015-SRD/ANEEL – Processo n°: 48500.004924/2010-51. Brasília, 2015b. Disponível em: http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/audiencia/arquivo/2015/026/documento/nota_tecnica_0017_2015_srd.pdf. Acesso em 30 dez. 2017.

_____. Nota Técnica n° 0096/2015-SRD/ANEEL, de 4 de novembro de 2015c.

_____. Resolução Normativa N° 687/2015, Brasília, 2015d. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2015687.pdf>>. Acesso em 18 mar. 2017.

_____. Cadernos Temáticos ANEEL: Micro e Minigeração Distribuída – Sistema de Compensação de Energia Elétrica, 2ª Ed. Brasília, 2016a.

_____. Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional – PRODIST Módulo 3 – Acesso ao Sistema de Distribuição. Brasília, 2016b. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/modulo-3>>. Acesso em 14 ago. 2017.

_____. Resolução Normativa N° 724/2016, Brasília, 2016c. Disponível em: <www2.aneel.gov.br/aplicacoes/audiencia/arquivo/2015/037/resultado/ren2016724.pdf> Acesso em 23 ago. 2017.

_____. Resolução Normativa N° 744/2016, Brasília, 2016d. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2016744.pdf>>. Acesso em 23 ago. 2017.

_____. Resolução Normativa N° 745/2016, Brasília, 2016e. Disponível em: <www2.aneel.gov.br/aplicacoes/audiencia/arquivo/2016/038/resultado/ren2016745.pdf>. Acesso em 23 ago. 2017.

____. Resolução Normativa nº 733 de 06 de setembro de 2016. Brasília, 2016f. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/audiencia/arquivo/2013/043/resultado/ren2016733.pdf>. Acesso em 23 de jan. 2018.

_____. Nota Técnica nº 0056/2017-SRD/ANEEL, de 24 maio de 2017. Processo nº: 48500.004924/2010-51. Informações institucionais, Brasília, 2017. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/documents/656827/15234696/Nota+T%C3%A9cnica_0056_PROJE%C3%87%C3%95ES+GD+2017/38cad9ae-71f6-8788-0429-d097409a0ba9>. Acesso em 30 mar. 2017.

____. Ofício Circular nº 0010/2017-SRD/ANEEL, de 22 de março de 2017. Processo nº. 48554.000569/2017-00. Esclarecimentos relativos às disposições da Resolução Normativa – REN nº 482/2012, Brasília, 2017b. Disponível em: http://www.aneel.gov.br/documents/656827/15234696/OficioCircular_10-2017/366f48db-36a9-3d57-0eac-4ab7e4012cfb. Acesso em: 17 jan. 2018.

____. Site da ANEEL - Espaço do Consumidor – Perdas de Energia, Brasília, 2018. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/area.cfm?idArea=801&idPerfil=4>>. Acesso em 08 jan. 2018.

____. Revisão das regras aplicáveis à micro e minigeração distribuída – Resolução Normativa nº 482/2012 Relatório de Análise de Impacto Regulatório Nº 0004/2018-SRD/SCG/SMA/ANEEL, Brasília, 2018b.

____. Tarifa Binômia: Modelo Tarifário do Grupo B - Relatório de Análise de Impacto Regulatório nº 02/2018-SGT/SRM/ANEEL. Anexo da Nota Técnica nº 277/2018-SGT/SRM/ANEEL, 12/12/2018. Processo nº 48500.000858/2018-05. Brasília, 2018c. <https://www.aneel.gov.br/documents/656877/18485189/4+Modelo+de+AIR++SGT++Tarifa-Binomia.pdf/ea152997-0f6e-b2d1-d443-8354cd2a380a> Acesso em 25 abril 2019.

____. 2020a. Tarifa Social de Energia Elétrica - TSEE. <https://www.aneel.gov.br/tarifa-social-baixa-renda> Acesso em 02 maio 2020.

____. 2020b. Informações Técnicas: Conta de Desenvolvimento Energético (CDE). https://www.aneel.gov.br/informacoes-tecnicas/-/asset_publisher/CegkWaVJWF5E/content/conta-de-desenvolvimento-energetico-cde/654800?inheritRedirect=false Acesso em 02 maio 2020.

____. 2020c. Sistema de Informações de Geração da ANEEL – SIGA. <https://www.aneel.gov.br/siga> Acesso em 02 maio 2020.

_____. Sistema de Informações de Geração da ANEEL (SISGD), 2021a. Disponível em: <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiZjM4NjM0OWYtN2IwZS00YjVlLTlIMjItN2E5MzBkN2ZlMzVkIiwidCI6IjQwZDZmOWI4LWVjYtctNDZhMi05MmQ0LWVhNGU5YzAxNzBlMSIsImMiOiR9>, Acesso em: 12 abril 2021.

_____. Tarifa Branca, 2021b. Disponível em: <https://aneel.gov.br/tarifa-branca>. Acesso em: 12 abril 2021.

_____. Perguntas frequentes sobre Bandeiras Tarifárias. Brasília. 2021d. Disponível em: https://www.aneel.gov.br/home?p_p_id=101&p_p_lifecycle=0&p_p_state=maximized&p_p_mode=view&_101_struts_action=%2Fasset_publisher%2Fview_content&_101_returnToFullPageURL=%2F&_101_assetEntryId=14870705&_101_type=content&_101_groupId=654800&_101_urlTitle=perguntas-mais-frequentes-sobre-bandeiras-tarifarias Acesso em: 12 abril 2021.

_____. Informações para Empreendedores. 2021e. Disponível em: https://aneel.gov.br/espaco-do-empendedor/-/asset_publisher/uPv0Vn1PiOn9/content/encargos/654800 Acesso em: 12 abril 2021.

_____. 2021f. Sistema de Informações de Geração da ANEEL – SIGA. <https://www.aneel.gov.br/siga> Acesso em 15 junho 2021.

ANTAKI, C.. Discourse analysis and conversation analysis. The SAGE handbook of social research methods, 431-446, 2008.

DE ARAUJO, J. L. R. H., DA COSTA, A. M. D. A., CORREIA, T., & MELO, E. Reform of the reforms in Brazil: problems and solutions. In: **Competitive Electricity Markets**. Elsevier, p. 543-572, 2008. <https://doi.org/10.1016/B978-008047172-3.50019-2>

ARAÚJO, L. E. D.. Microgeneration of electricity: A common framework in the European Union. Institut für Bergund Energierecht of the Ruhr- Universität Bochum, Berlin, 2017.

ARERA, Autorità di Regolazione per Energia Reti e Ambiente. Deliberazione 300/2017/R/EEL, 2017.

ARERA, Autorità di Regolazione per Energia Reti e Ambiente, Documento per la Consultazione 112/2020/R/Eel: Orientamenti per la Regolazione delle Partite Economiche Relative all'energia elettrica oggetto di Autoconsumo Collettivo o di Condivisione nell'ambito di Comunità di Energia Rinnovabile, March 2020. <https://www.arera.it/it/docs/20/112-20.htm> Acesso em: 20 abril 2020.

ARTAXO, P.. Uma nova era geológica em nosso planeta: o Antropoceno?. **Revista USP**, n. 103, p. 13-24, 2014.

AUGUSTINE, P., MCGAVISK, E.. The next big thing in renewable energy: Shared solar. **The Electricity Journal**, v. 29, p. 36-42, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.tej.2016.04.006>

BAHIA, Companhia Baiana de Pesquisa Mineral - Governo da Bahia. Bahia mira indústria solar, 2015. Disponível em: <http://www.cbpm.ba.gov.br>. Acesso em: 20 maio 2017.

BACKE, S.; KARA, G.; TOMASGARD, A.. Comparing individual and coordinated demand response with dynamic and static power grid tariffs. **Energy**, v. 201, p. 117619, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2020.117619>

BAJAY, S., JANNUZZI, G., HEIDEIER, R., VILELA, I., PACCOLA, J., & GOMES, R. Geração distribuída e eficiência energética. Reflexões para o setor elétrico de hoje e do futuro. **Campinas: Internacional Energy Initiative - IEI Brasil**, v. 1, 2018. Disponível em

<https://iei-brasil.org/wp-content/uploads/2018/01/Gera%C3%A7%C3%A3o-distribui%C3%A7%C3%A3o-e-efici%C3%Aancia-energ%C3%A9tica-Reflex%C3%B5es-para-o-setor-el%C3%A9trico-de-hoje-e-do-futuro.pdf>. Acesso em: 12 abril 2021.

BARBOUR, E., PARRA, D., AWWAD, Z., GONZÁLEZ, M. C., Community energy storage: a smart choice for the smart grid?. **Applied Energy**, 212, 489–97, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2017.12.056>

BARBOSA FILHO, W. P., FERREIRA, W. R., AZEVEDO, A. C. S. de; COSTA, A. L., PINHEIRO, R. B.. Expansão da energia solar FV no brasil: impactos ambientais e políticas públicas. **Revista Gestão e Sustentabilidade Ambiental**, Florianópolis, Santa Catarina, p.628-642, dez. 2015.

BARDELIN, C. E. A.. Os efeitos do racionamento de energia elétrica ocorrido no Brasil em 2001 e 2002 com ênfase no consumo de energia elétrica. Dissertação - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2014.

BAUWENS, T., DEVINE-WRIGHT, P.. Positive energies? An empirical study of community energy participation and attitudes to renewable energy. **Energy Policy**, 118, 612–625, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2018.03.062>

BERRY, C., HRONIS, C. & WOODWARD, M.. One in three U.S. households faces a challenge in meeting energy needs, September 2018 apud U.S. Energy Information Administration, [Residential Energy Consumption Survey 2015](https://www.eia.gov/todayinenergy/detail.php?id=37072#). Disponível em: <https://www.eia.gov/todayinenergy/detail.php?id=37072#>. Acesso em 10 Março 2021.

BHOWMICK, N.. The women of India's Barefoot College bring light to remote villages. The Guardian, 24.06.2011. Disponível em: <https://www.theguardian.com/global-development/2011/jun/24/india-barefoot-college-solar-power-training>, Acesso em: 20 de agosto de 2017.

BID, Banco Interamericano de Desenvolvimento. Estratégia Nacional de Implementação e Financiamento da Contribuição Nacionalmente Determinada (NDC) do Brasil, 2017. http://www.mma.gov.br/images/arquivo/80051/NDC/documento_base_ndc_2_2017.pdf
Acesso em: 12 março 2020.

BOARDMAN, B.. Fixing fuel poverty: challenges and solutions. Routledge, 2013.

BORGHETTI, A., CORREDOR, C. O., NUCCI, C. A., NAPOLITANO, F., TOSSANI, F., Scheduling of the Resources in a Local Energy Community, **ELEKTRO, STPEC 2020 - International Conference on Smart Technologies for Power Energy and Control**, Taormina, Italy, 2020, pp. i-i, DOI: [10.1109/ELEKTRO49696.2020.9130225](https://doi.org/10.1109/ELEKTRO49696.2020.9130225).

BOROWSKI, P. F.. Zonal and Nodal Models of energy market in European Union. **Energies**, v. 13, n. 16, p. 4182, 2020. <https://doi.org/10.3390/en13164182>

BOS, K.; GUPTA, J.. Stranded assets and stranded resources: Implications for climate change mitigation and global sustainable development. **Energy Research & Social Science**, v. 56, p. 101215, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2019.05.025>

BRADSHAW, A.. Regulatory change and innovation in Latin America: The case of renewable energy in Brazil. **Utilities Policy**, p. 1- 7, 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jup.2017.01.006>, Acesso em: 12 dez 2017.

BRASIL. Lei nº 10.848, de 15 de março de 2004a. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/lei/110.848.htm. Acessado em: 08 nov. 2016.

_____. Decreto nº 5.163 de 30 de Julho de 2004b. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2004/Decreto/D5163.htm. Acesso em: 08 nov. 2018.

_____. Lei nº 11.977, de 7 de julho de 2009. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/111977.htm. Acesso em: 03 fev. 2018.

_____. Medida Provisória nº 579 de 11 de Setembro de 2012. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/mpv/579.htm. Acesso em: 23 jan. 2018.

_____. Lei nº 12.783 de 11 de Janeiro de 2013. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2013/Lei/L12783.htm. Acesso em: 23 jan. 2018.

_____. Ministério de Minas e Energia, Empresa de Pesquisa Energética. Série Recursos Energéticos: Nota Técnica DEA 19/14 - Inserção da Geração FV Distribuída no Brasil – Condicionantes e Impactos. Brasília: MME/EPE, 2014a.

_____. Ministério de Minas e Energia, Empresa de Pesquisa Energética. Série Estudos da Demanda de Energia: Nota Técnica DEA 13/14 – Demanda de Energia 2050, Plano Nacional de Energia 2050, Rio de Janeiro: MME/EPE, 2014b.

_____. Portal. Projeto gera energia limpa, capacitação e renda em condomínios de Juazeiro (BA). Portal Brasil, 2014. Disponível em <http://www.brasil.gov.br/meio-ambiente/2014/10/projeto-gera-energia-limpa-capacitacao-e-renda-em-condominios>. Acesso em: 30 dez 2019.

_____. Ministério de Minas e Energia, Empresa de Pesquisa Energética. Plano Decenal de Expansão de Energia 2024. Brasília: MME/EPE, 2015a.

_____. Ministério de Minas e Energia. Portaria nº 538, de 15 de dezembro de 2015b.

_____. Ministério de Minas e Energia. Assessoria de Comunicação Social Ministério de Minas e Energia. Brasil lança Programa de Geração Distribuída com destaque para energia solar, 2015c. Disponível em: http://www.mme.gov.br/web/guest/pagina-inicial/outras-noticias/-/asset_publisher/32hLrOzMkWWb/content/programa-de-geracao-distribuida-preve-movimentar-r-100-bi-em-investimentos-ate-2030. Acessado em 04 de jan. 2018

_____. Senado Federal. Projeto de Lei n. 232, 2016. <https://legis.senado.leg.br/sdleg-getter/documento?dm=4115608&ts=1592423078638&disposition=inline> (accessed 13 June 2020)

_____. Ministério de Minas e Energia, Empresa de Pesquisa Energética. Plano Decenal de Expansão de Energia 2026. Brasília: MME/EPE, 2017a.

_____. Ministério de Minas e Energia. Portaria n° 251, de 3 de julho de 2017b.

_____. Ministério de Minas e Energia. Nota Técnica N°5/2017/AEREG/SE–Aprimoramento do Marco Legal do Setor Elétrico. Proc. N° 48000.001405/2016-67. Secretaria- Executiva/ Assessoria Especial em Assuntos Regulatórios, Brasília, 2017c.

_____. Ministério de Minas e Energia. Energia Solar no Brasil e Mundo – Ano de Referência 2016. Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Energético, Núcleo de Estudos Estratégicos de Energia. Brasília, Edição: 16/10/2017. Brasília, 2017d. Disponível em: https://bd.camara.leg.br/bd/bitstream/handle/bdcamara/32259/energia_solar_limp.pdf?sequence=1 Acessado em: 17 dez 2017.

_____. Ministério de Meio Ambiente, Discussões para implementação da NDC do Brasil. Brasília, 2017e. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/clima/ndc-do-brasil>; Acessado em: 17 dez 2017.

_____. Ministério de Minas e Energia. Capacidade Instalada de Geração de Elétrica Brasil e Mundo 2016. Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Energético, Núcleo de Estudos Estratégicos de Energia. Brasília, Edição: 15/05/2017. Brasília, 2017f.

_____. Ministério de Estado das Cidades. Portaria n. 643/2017 – de 13 de novembro de 2017. Brasília, 2017g.

_____. Empresa de Pesquisa Energetica. Série Recursos Energéticos - Nota Técnica Pr 04/18: Potencial dos Recursos Energéticos no Horizonte 2050, 2018. <http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/Publicacoes_Arquivos/publicacao-227/topico-416/NT04%20PR_RecursosEnergeticos%202050.pdf> [Accessed: 17-December-2018].

_____. Agência Nacional de Águas. Sobradinho e Xingó permanecem com defluência mínima de 550m³/s até abril de 2018., 2018b. <http://www3.ana.gov.br/portal/ANA/noticias/sobradinho-e-xingo-permanecem-com-defluencia-minima-de-550m3-s-ate-abril-de-2018> Acesso em 17 março de 2018.

_____. Ministério de Minas e Energia. Portaria MME n° 65 de 28 de fevereiro de 2018, 2018c.

_____. Empresa de Pesquisa Energética. Resposta da Demanda - Conceitos, Aspectos Regulatorios e Planejamento Energetico, 2019a.

_____. Câmara dos Deputados. Projeto de Lei n. 5.829/2019. 2019b. Disponível em: <https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=2228151>

_____. Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais, Lei nº 13.853 de 08 de julho de 2019. 2019c. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2019/Lei/L13853.htm#art1 Acesso em 17 maio de 2021.

_____. Ministério de Minas e Energia, Empresa de Pesquisa Energética. Plano Decenal de Expansão de Energia 2029. Brasília: MME/EPE, 2020a.

_____. Empresa de Pesquisa Energética. 2020 Anuário Estatístico de Energia Elétrica, ano base 2019. Brasília, 2020b.

_____. Empresa de Pesquisa Energetica. Balanço Energético Nacional 2020: Ano base 2019 / Empresa de Pesquisa Energética. – Rio de Janeiro: EPE, 2020c.

_____. Empresa de Pesquisa Energetica. Consumo Anual de Energia Elétrica por classe (nacional)1995 - 2019., 2020d. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/Consumo-Anual-de-Energia-Eletrica-por-classe-nacional> Acesso: 11 abril 2021

_____. Câmara dos Deputados. Projeto de Lei n. 2215, 2020e. https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra?codteor=1886992&filename=PL+2215/2020 Acesso: 11 abril 2021

_____. Ministério de Minas e Energia, Empresa de Pesquisa Energética. Plano Nacional de Energia 2050. Brasília: MME/EPE, 2020f. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-227/topico-563/Relatorio%20Final%20do%20PNE%202050.pdf> Acesso: 11 abril 2021

_____. Empresa de Pesquisa Energetica. Resenha Mensal do Mercado de Energia Elétrica. ANO XIV . Número 160 . Janeiro de 2021a. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-153/topico-574/Resenha%20Janeiro%202021%20-%20Claro%20Final.pdf> Acesso: 11 abril 2021

_____. Ministério de Minas e Energia, Empresa de Pesquisa Energética. Minuta do Plano Decenal de Expansão de Energia 2030. Brasília: MME/EPE, 2021b. Disponível em: https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-490/PDE%202030_RevisaoPosCP_rv2.pdf Acesso: 11 abril 2021

_____. Lei Complementar nº 182 de 1º de junho de 2021, 2021c. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/lei-complementar-n-182-de-1-de-junho-de-2021-323558527> Acesso em: 08 jun. 2021.

BRAUN-GRABOLLE, P.. A integração de sistemas solares fotovoltaicos em larga escala no sistema elétrico de distribuição urbana. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2010.

BRINKMAN, G., JORGENSON, J., EHLEN, A., CALDWELL, J. H., NREL, National Renewable Energy Laboratory. *Low Carbon Grid Study: Analysis of a 50% Emission Reduction in California*. USA: NREL, 2016.

BROWN, A., LUND, L.. *Distributed Generation: How Green? How Efficient? How Well-Priced?*. **The Electricity Journal**, 2013. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tej.2013.02.016>.

BRUCHEZ, A., CICONET, B., REMUSSI, R., POSSAMAI, L., TONDOLO, V. A. G.. *Análise da Utilização do Estudo de Caso Qualitativo e Triangulação na Brazilian Business Review*. XV Mostra de Iniciação Científica, Pós-Graduação, Pesquisa e Extensão do Programa de Pós-Graduação em Administração da UCS, 2015.

BRUMMER V., *Community energy – benefits and barriers: A comparative literature review of Community Energy in the UK, Germany and the USA, the benefits it provides for society and the barriers it faces*. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, 94, 187–196, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.06.013>

BURCK J., HAGEN U., BALS C., HOHNE N., NASCIMENTO L., ESSOP T., BINZ S., HELING V., LUCAS B.. **Climate Change Performance Index 2021**. Bonn, Germany, December 2020. <https://ccpi.org/> Acesso: 11 abril 2021

BURKE M. J. & STEPHENS J. C.. *Energy democracy: goals and policy instruments for sociotechnical transitions*. **Energy Research & Social Science**, 33, 35-48, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2017.09.024>

BURKE M. J. & STEPHENS J. C.. *Political power and renewable energy futures: A critical review*. **Energy Research & Social Science**, 35, 78-93, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2017.10.018>

BURKHARDT, J., WISER, R., DARGHOUTH, N., DONG, C. G., HUNEYCUTT, J.. *Exploring the impact of permitting and local regulatory processes on residential solar prices in the United States*. **Energy Policy**, v. 78, p. 102-112, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2014.12.020>

CAMILO, H. F., UDAETA, M. E. M., GIMENES, A. L. V., GRIMONI, J. A. B.. *Assessment of photovoltaic distributed generation – Issues of grid connected systems through the consumer side applied to a case study of Brazil*. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, Vol. 71, pp. 712-719, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.12.099>

CANAL SOLAR, *Conheça os financiamentos para projetos fotovoltaicos*, de 13 de julho de 2020. Disponível em: <https://canalsolar.com.br/conheca-os-financiamentos-para-projetos-solares-fotovoltaicos/> Acessado em: 10 de junho de 2021.

CANDELISE C. & RUGGIERI G., *Status and Evolution of the Community Energy Sector in Italy*, **Energies**, 13 (8), 1888, 2020. <https://doi.org/10.3390/en13081888>

CAPPELLARO, F., D'AGOSTA, G, DE SABBATA, P., CUNHA, F. B. F., CARANI, C., BORGHETTI, A., LAMBERTINI, L., NUCCI, C. A.. *Implementing the Energy Transition and SDGs Targets Throughout Energy Communities Schemes*. **International Conference How to**

achieve the SDGs through local action. GREEN - Centro di ricerca sulla geografia, le risorse naturali, l'energia, l'ambiente e le reti. Università Bocconi, Milan, Italy, 2020.

CAPRA, F., MATTEI, U.. The Ecology of Law: Toward a Legal System in Tune with Nature and Community. Califórnia – USA: Berrett-Koehler Publishers Inc., 2015.

CASTAÑO-ROSA, R., SOLÍS-GUZMÁN, J., RUBIO-BELLIDO, C., MARRERO, M.. Towards a multiple-indicator approach to energy poverty in the European Union: A review. **Energy & Buildings**, 193, 36–48, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2019.03.039>

CAVALCANTE, H. P. M.. O Acesso à energia elétrica no Brasil sob a ótica do desenvolvimento como liberdade. **Revista de Direito Econômicoe Socioambiental**, Curitiba, v. 4, n. 2, p. 58-86, 2013.

CAT, Climate Action Tracker, Warming Projections Global Update. Set. 2019. <https://climateactiontracker.org/publications/time-to-boost-national-climate-action/>

CAT, Climate Action Tracker, 2030 Emissions Gaps. Setembro, 2020a. Disponível em: <https://climateactiontracker.org/global/cat-emissions-gaps/>. Acesso em: 02 mar 2021.

CAT, Climate Action Tracker, Countries Report, Novembro 2020b. Disponível em: <https://climateactiontracker.org/countries/> Acesso em: 02 mar 2021.

CAT, Climate Action Tracker, "A government roadmap for addressing the climate and post COVID-19 economic crises.", 2020c. <https://climateactiontracker.org/publications/addressing-the-climate-and-post-covid-19-economic-crises/> Acesso em: 02 mar 2021.

CAT, Climate Action Tracker, 2030 Emissions Gaps. Maio, 2021. Disponível em: <https://climateactiontracker.org/global/cat-emissions-gaps/>. Acesso em: 18 maio 2021.

CEER, Council of European Energy Regulators, “Regulatory Aspects of Self-Consumption and Energy Communities”, vol. C18-CRM9_D, 2019. <https://www.ceer.eu/documents/104400/-/-/8ee38e61-a802-bd6f-db27-4fb61aa6eb6a>

CHADE, J. El País. Cúpula do Clima revelou que o Brasil encolheu, em 23 de abril de 2021. Disponível em: <https://brasil.elpais.com/opiniaio/2021-04-23/cupula-do-clima-revelou-um-pais-que-encolheu.html> Acesso: 16 junho 2021.

CHE, X., ZHU, B., WANG, P.. Assessing global energy poverty: An integrated approach. **Energy Policy**, v. 149, p. 112099, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2020.112099>

CNI, Confederação Nacional da Indústria. A evolução do setor elétrico rumo a sustentabilidade. Fórum de Meio Ambiente do Setor Eletrico – Brasília, 2017.

COINTE, B.. From a promise to a problem: The political economy of solar PVs in France. **Energy Research & Social Science**, v. 8, p. 151-161, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2015.05.009>

COLLAÇO, F. M. de A.. Planejamento e Políticas Públicas: uma análise sobre Gestão Energética Descentralizada em âmbito municipal no Brasil. Dissertação - Instituto de Energia e Ambiente da Universidade de São Paulo, 2015.

COLMENAR-SANTOS, A., REINO-RIO, C., BORGE-DIEZ, D., COLLADO-FERNÁNDEZ, E.. Distributed generation: A review of factors that can contribute most to achieve a scenario of DG units embedded in the new distribution networks. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, 59, 1130–1148, 2016. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2016.01.023>

CONFAZ, Conselho Nacional de Política Fazendária. Convênio ICMS 16, de 22 de abril de 2015.

COSTA, V. H. G. & BRAGA JR., S. A. de M.. Sustentabilidade Energética: As Potencialidades do Nordeste Brasileiro para o Desenvolvimento, em CONPEDI/UFPB; coord.: PIMENTEL Filho, José Ernesto, ROSA LIRA, Ana Adelaide Guedes Pereira, BREGA Filho, Vladimir. Direito Sociais e Políticas Públicas II: **XXIII Congresso Nacional do CONPEDI** – Florianópolis, CONPEDI: 2014. Disponível em: <<http://publicadireito.com.br/artigos/?cod=dba1dab580065e4d>>. Acesso em: 05 dez. 2017.

CORTEKAR, J., GROTH, M.. Adapting energy infrastructure to climate change – Is there a need for government interventions and legal obligations within the German “Energiewende”? **Energy Procedia**, v. 73, p. 12-15, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2015.07.552>

COUTO, L. C., CAMPOS, L. C., da FONSECA-ZANG, W., ZANG, J., & BLEISCHWITZ, R.. Water, waste, energy and food nexus in Brazil: Identifying a resource interlinkage research agenda through a systematic review. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, p. 110554, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2020.110554>

CRIPPA, M., OREGGIONI, G., GUIZZARDI, D., MUNTEAN, M., SCHAAF, E., LO VULLO, E., SOLAZZO, E., MONFORTI-FERRARIO, F., OLIVIER, J.G.J., VIGNATI, E., Fossil CO₂ and GHG emissions of all world countries - 2019 Report, EUR 29849 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2019, doi:10.2760/687800.

CROSS-CALL, D., GOLDENBERG, C., GUCCIONE, L., GOLD, R., O’BOYLE, M.. Navigating Utility Business Model Reform: A Practical Guide to Regulatory Design. Boulder: Rocky Mountain Institute, 2018.

CRUZ, D. T.. Micro e minigeração eólica e solar no Brasil: propostas para desenvolvimento do setor. Dissertação - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2015.

CUBEROS, F. L.. Novo Modelo Institucional do Setor Elétrico Brasileiro: análise dos mecanismos de mitigação de riscos de mercado das distribuidoras. Dissertação –Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2008.

CULLMANN, A., NIESWAND, M.. Regulation and investment incentives in electricity distribution: An empirical assessment. **Energy Economics**, v. 57, p. 192-2013, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2016.05.007>

CUNHA, F. B. F.. A Titularidade dos Créditos de Carbono Gerados por Empreendimentos Integrantes do PROINFA. Monografia – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2012.

CUNHA, F. B. F., TORRES, E. A., & SILVA, M. S.. Geração de renda e energia em Juazeiro/Ba: contribuições da Resolução ANEEL nº 4.385/2013 para inserção da energia solar na matriz elétrica brasileira. **Revista Bahia Análise & Dados**, Salvador, v.27, n.1, p. 70-98, jan./jun. 2017. Disponível em:

<http://publicacoes.sei.ba.gov.br/index.php/bahiaanaliseedados/article/view/71>

CUNHA, F. B. F., MOUSINHO, M. C. A. M., TORRES, E. A., SILVA, M. S., CASTRO, C. L. B.. Energia Solar Em Juazeiro/Bahia: Rotas E Alternativas Para Os Condomínios Praia Do Rodeadouro E Morada Do Salitre. **RDE-Revista de Desenvolvimento Econômico**, 2017. Disponível em: <https://revistas.unifacs.br/index.php/rde/article/view/5382>

CUNHA, F. B. F., DE JONG, P., SCARAMUSSA Jr., M., SILVA, J., SILVA, M., PRIMO, R. TORRES, E., Solar Energy Via Distributed Generation: Proposals for a new legal framework for the Brazilian electricity sector. **ECOS2018: 31th International Conference on Efficiency, Cost, Optimization, Simulation, and Environmental Impact of Energy Systems**; Guimarães, Portugal, 2018.

CUNHA, F. B. F., MOUSINHO, M. C. A. M., CARVALHO, L., FERNANDES, F., CASTRO, C., SILVA, M. S., TORRES, E. A.. Renewable energy planning policy for the reduction of poverty in Brazil: lessons from Juazeiro. **Environment, Development and Sustainability**, p. 1-19, 2020. <https://doi.org/10.1007/s10668-020-00857-0>

CUNHA, F. B. F., CARANI, C., NUCCI, C. A., CASTRO, C., SILVA, M. S., TORRES, E. A.. Transitioning to a low carbon society through energy communities: Lessons learned from Brazil and Italy. **Energy Research & Social Science**, v. 75, p. 101994, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2021.101994>

CUSA E., Entrevista com acadêmico e advogado, trecho citado extraído do minuto 16:00. Milão, Italia, em 13 Maio 2020.

DALY, H. E. From Empty-World Economics to Full-World Economics: Recognizing an Historical Turning Point in Economic Development. **TOES/Americas**, Vol 9, 1992.

DALY, H. E. Toward Some Operational Principles of Sustainable Development. **Ecological Economics**, vol 2, p. 1-6, 1990.

DAVARZANI, S., PISICA, I., TAYLOR, G. A., MUNISAMI, K. J.. Residential Demand Response Strategies and Applications in Active Distribution Network Management. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, p. 110567, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2020.110567>

DÁVI, G. A., CAAMAÑO-MARTÍN, E., RÜTHER, R., SOLANO, J., Energy performance evaluation of a net plus-energy residential building with grid connected PV system in Brazil. **Energy and Buildings**, v. 120, p. 19-29, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2016.03.058>

DAVIS, S. J., LEWIS, N. S., SHANER, M., AGGARWAL, S., ARENT, D., AZEVEDO, I. L., CLACK, C. T.. Net-zero emissions energy systems. **Science**, 360 (6396), 2018. DOI: [10.1126/science.aas9793](https://doi.org/10.1126/science.aas9793)

DAWN, S., TIWARI, P. K., GOSWAMI, A. K., MISHRA, M. K.. Recent developments of solar energy in India: Perspectives, strategies and future goals. **Renewable & Sustainable Energy Reviews**, v. 62, p. 215-235, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.04.040>

DE ANDRADE, J. V. B., Rodrigues, B. N., dos Santos, I. F. S., Haddad, J., & Tiago Filho, G. L.. Constitutional aspects of distributed generation policies for promoting Brazilian economic development. **Energy Policy**, v. 143, p. 111555, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2020.111555>

DE CASTRO, N., DANTAS, G., BRANDÃO, R., MOSZKOWICZ, M., ROSENTAL, R.. Perspectivas e Desafios da Difusão da Micro e da Mini Geração Solar FV no Brasil. Texto de Discussão do Setor Elétrico TDSE N° 67: Grupo de Estudos do Setor Elétrico da Universidade Federal do Rio de Janeiro (GESEL-UFRJ), 2016. Disponível em: <www.gesel.ie.ufrj.br/app/webroot/files/publications/12_TDSE67.pdf>. Acesso 04 jan. 2018.

DE CASTRO, N., CASTRO, G., FERREIRA, D., TOMMASSO, F., MORAIS, R.. Impactos Sistêmicos da Micro e Minigeração Distribuída. Texto de Discussão do Setor Elétrico TDSE N° 79: Grupo de Estudos do Setor Elétrico da Universidade Federal do Rio de Janeiro (GESEL-UFRJ), 2018. Disponível em: <http://www.gesel.ie.ufrj.br/app/webroot/files/publications/46_tdse79.pdf>. Acesso 27 jan. 2018.

DE FREITAS, B. M. R., HOLLANDA, L.. Micro e Minigeração no Brasil: Viabilidade Econômica e Entraves do Setor. White Paper n° 1, Fundação Getúlio Vargas (FGV Energia), Rio de Janeiro, 2015.

DE JONG, P., KIPERSTOK, A., SANCHEZ, A. S., DARGAVILLE, R., TORRES, E. A. Integrating large scale wind power into the electricity grid in the Northeast of Brazil. **Energy**, 100: 401–415, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2015.12.026>

DE JONG, P.. Forecasting, integration, and storage of renewable energy generation in the Northeast of Brazil. Tese de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Industrial (PEI), Escola Politécnica da Universidade Federal da Bahia, 2017.

DE JONG, P., DARGAVILLE, R.; SILVER, J.; UTEMBE, S.; KIPERSTOK, A.; TORRES, E. A.. Forecasting high proportions of wind energy supplying the Brazilian Northeast electricity grid. **Applied Energy**, v. 195: p. 538–555, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2017.03.058>

DE JONG, P., TANAJURA, C. A. S., SÁNCHEZ, A. S., DARGAVILLE, R., KIPERSTOK, A., & TORRES, E. A.. Hydroelectric production from Brazil's São Francisco River could cease due to climate change and inter-annual variability. **Science of the Total Environment**, v. 634, p. 1540-1553, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.03.256>

DE JONG, P., BARRETO, T. B., TANAJURA, C. A., OLIVEIRA-ESQUERRE, K. P., KIPERSTOK, A., & TORRES, E. A.. The Impact of Regional Climate Change on Hydroelectric Resources in South America. **Renewable Energy**, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2021.03.077>

DE PIERRO, B.. Para Aproveitar o Sol. Revista Pesquisa FAPESP, n. 258, 2017. Disponível em: <http://revistapesquisa.fapesp.br/2017/08/25/folheio-a-edicao-258/>. Acesso em: 03 abr. de 2018.

DELICADO, A., FIGUEIREDO, E., SILVA, L.. Community perceptions of renewable energies in Portugal: Impacts on environment, landscape and local development. **Energy Research & Social Science**, 13, 84-93, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2015.12.007>

DELLAVALLE, N.. People's decisions matter: understanding and addressing energy poverty with behavioral economics. **Energy & Buildings**, 204, 109515, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2019.109515>

DEVINE-WRIGHT, P., (Ed.). Renewable Energy and the Public: from NIMBY to Participation. Routledge, 2014.

DIMITROV R. S.. The Paris agreement on climate change: Behind closed doors, **Global Environmental Politics**, v. 16, n. 3, p. 1-11, 2016. https://doi.org/10.1162/GLEP_a_00361

DINIZ, J., UTURBEY, W., CARDOSO, E. N., LOPES, B. M.. Análise de risco para o investimento em geração distribuída FV. **VI Congresso Brasileiro de Energia Solar (CBENS 2016)**, Belo Horizonte, 2016.

DONG, X., MOK, R. C. K., TABASSUM, D., GUIGON, P., FERREIRA, E., SINHA, C. S., PRASAD, N., MADDEN, J., BAUMANN, T., LIBERSKY, J., MCCORMICK, E., COHEN, J.. Blockchain and emerging digital technologies for enhancing post-2020 climate markets, The World Bank, n. 124402, pp. 1-32 2018. <https://documents.worldbank.org/en/publication/documents-reports/documentdetail/942981521464296927/blockchain-and-emerging-digital-technologies-for-enhancing-post-2020-climate-markets> Acesso: 11 abril 2021

DOS SANTOS, L. L. C., BERNARDON, D. P., ABAIDE, A. da R.. Impacto da microgeração e da tarifa branca nos sistemas de baixa tensão. **Revista o Setor Elétrico**, Edição 99 – Abril, 2014. Disponível em: <https://www.osetoelettrico.com.br/impacto-da-microgeracao-e-da-tarifa-branca-nos-sistemas-de-baixa-tensao/>. Acesso em: 07 de jan. de 2018.

DOUKAS, A., DEANGELIS, K., GHIO, N., TROUT, K., BAST, E.. Talk is Cheap: How G20 Governments are Financing Climate Disaster. Oil Change International, Friends of the Earth U.S., the Sierra Club, and WWF European Policy Office, 2017.

DRANKA, G. G. & FERREIRA, P.. Planning for a renewable future in the Brazilian power system. **Energy**, Vol. 164, 496-511, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2018.08.164>

DUBEUX, R. R.. Desenvolvimento e mudança climática: estímulos à inovação em energia de baixo carbono em países de industrialização tardia (1997-2014). Tese de Doutorado, Instituto de Relações Internacionais da Universidade de Brasília, 2015.

DUBOIS, G., SOVACOOOL, B., AALL, C., NILSSON, M., BARBIER, C., HERRMANN, A., BRUYÈRE, S., ANDERSSON, C., SKOLD, B., NADAUD, F., DORNER, F., MOBERG, K., R., CERON, J., P., FISCHER, H., AMELUNG, D., BALTRUSZEWICZ, M., FISCHER, J., BENEVISE, F., LOUIS, V., R., SAUERBORN, R.. It starts at home? Climate policies targeting

household consumption and behavioral decisions are key to low-carbon futures. **Energy Research & Social Science**, 52, 144–158, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2019.02.001>

DUSONCHET, L.; TELARETTI, E. Comparative economic analysis of support policies for solar PV in the most representative EU countries. **Renewable & Sustainable Energy Reviews**, v. 42, p. 986-998, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.10.054>

DUTRA, R. M., SZKLO, A. S.. Incentive policies for promoting wind power production in Brazil: Scenarios for the Alternative Energy Sources Incentive Program (PROINFA) under the New Brazilian electric power sector regulation. **Renewable Energy**, Vol. 33, 1, 65-76, 2008. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2007.01.013>

ECHEGARAY, F.. Understanding stakeholders' views and support for solar energy in Brazil. **Journal of Cleaner Production**, v. 63, p. 125-133, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.02.017>

ELETRORBRÁS. Luz para todos, 2021. Disponível em: <https://eletrobras.com/pt/Paginas/Luz-para-Todos.aspx>. Acesso em: 12 abril 2021.

ELKERBOUT, M., EGENHOFER, C., NÚÑEZ FERRER, J., CATUTI, M., KUSTOVA, I., RIZOS, V.. The European Green Deal after Corona-Implications for EU climate policy. Centre for European Policy Studies, 2020. <https://www.ceps.eu/wp-content/uploads/2020/03/PI2020-06-European-Green-Deal-after-Corona.pdf> Acesso: 11 abril 2021

EL HAGE, F. S., RUFÍN, C.. Context analysis for a new regulatory model for electric utilities in Brazil. **Energy Policy**, v. 97, p. 145-154, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2016.07.014>

EPE, Empresa de Pesquisa Energética. Balanço Energético Nacional 2005: Ano base 2004. Rio de Janeiro, 2005.

_____. Projeção da Geração Distribuída. Apresentação: Inserção da Energia da Energia Solar na Matriz Elétrica Brasileira – Rio 15 – Evento Internacional de Clima e Energia - 04 de setembro de 2015.

_____. Balanço Energético Nacional 2017: Ano base 2016. Rio de Janeiro, 2017a.

_____. Anuário Estatístico de Energia Elétrica 2017: Ano base 2016. Rio de Janeiro, 2017b.

_____. 2019. Balanço Energético Nacional 2019: Ano base 2018. Rio de Janeiro. <http://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-energetico-nacional-2019> Acesso: 11 abr. 2021.

ERBACH, G. Understanding electricity markets in the EU. European Parliamentary Research Service, 2016.

ERBER, P., MARQUES, M. J., HOLLANDA, J. B.. Decarbonizing the Brazilian Power Sector: Main Issues. Instituto Nacional de Eficiência Energética e Instituto Clima e Sociedade, Rio de Janeiro, 2017.

EUROELECTRIC. Citizens Energy Communities - Recommendations for a successful decarbonisation, 2019.

EUROPE COMMISSION. A clean planet for all - A European strategic long-term vision for a prosperous, modern, competitive and climate neutral economy, 2018, Nov.

EUROPEAN COMMISSION. Energy Union and Climate Action - Setting the foundations for Clean Energy Transition, 2019. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52019DC0285&from=EN> Acesso: 11 abril 2021

EU, European Union, Directive UE 2018/2001 on the promotion of the use of energy from renewable sources, December 2018a. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018L2001&from=EN> Acesso: 11 abril 2021

EU, European Union, Energy Poverty Observatory. Addressing Energy Poverty in the European Union - State of Play and Action, 2018b.

EU, European Union, Directive UE 2019/944 on common rules for the internal market for electricity and amending Directive 2012/27/EU, June 2019. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32019L0944&from=EN> Acesso: 11 abril 2021

EU, European Union. Energy Poverty Observatory. 2020. Indicator. <https://www.energypoverty.eu/indicator?primaryId=1461&type=line&from=2006&to=2016&countries=EU,IT&disaggregation=none>. Acesso: 11 abril 2021

EUROPEAN UNION and IRENA, Renewable Energy Prospects for the European Union, February 2018. <https://www.irena.org/publications/2018/Feb/Renewable-energy-prospects-for-the-EU> Acesso: 11 abril 2021.

EUROSTAT, Statistics Explained. Electricity production, consumption and market overview, October 2020. https://ec.europa.eu/eurostat/statisticsexplained/index.php/Electricity_production,_consumption_and_market_overview#Electricity_generation Acesso: 11 abril 2021.

EXXONMOBIL, Exxon Mobil. 2017 - Outlook for Energy: A View to 2040, 2017. Disponível em: <http://cdn.exxonmobil.com/~media/global/files/outlook-for-energy/2017/2017-outlook-for-energy.pdf>, Acesso em: 09 de jan. 2018.

FAIELLA, I. & LAVECCHIA, L., Energy poverty. How can you fight it, if you can't measure it?. **Energy and Buildings**, v. 233, p. 110692, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2020.110692>

FALA.BR - Plataforma Integrada de Ouvidoria e Acesso à Informação. Consulta registrada sob o protocolo n. 48003.001948/2021-11, realizada em 11 de abril de 2021.

FAPESP, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo; e InterAcademyCouncil. Um futuro com energia sustentável: iluminando o caminho. Tradução: Maria Cristina Vidal Borba, Neide Ferreira Gaspar. São Paulo: FAPESP; Amsterdam: InterAcademyCouncil; Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, 2010.

FARIA JR., H. de, TRIGOSO, F. B. M., CAVALCANTI, J. A. M.. Review of distributed generation with PV grid connected systems in Brazil: Challenges and prospects. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 75, p. 469–475, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.10.076>

FARRELL, J. 30 Times More Jobs from Rooftop Solar, Utility Filing Says, 30 de abril de 2021. Disponível em: <https://ilsr.org/30-times-more-jobs-from-rooftop-solar-utility-filing-says/> Acessado em: 18 maio de 2021.

FERNANDES TORRES, C. J., PEIXOTO DE LIMA, C. H., SUZART DE ALMEIDA GOODWIN, B., REBELLO DE AGUIAR JUNIOR, T., SOUSA FONTES, A., VERAS RIBEIRO, D., ... & DANTAS PINTO MEDEIROS, Y.. A Literature Review to Propose a Systematic Procedure to Develop “Nexus Thinking” Considering the Water–Energy–Food Nexus. **Sustainability**, v. 11, n. 24, p. 7205, 2019. <https://doi.org/10.3390/su11247205>

FERNANDES, S. L.. Desenvolvimento de células solares de perovskita baseadas em filmes de óxidos nanoestruturados. Tese de Doutorado, Universidade Estadual Paulista UNESP, Araraquara – São Paulo, 2016.

FERREIRA, V. R., BARRETO, R. da C., JÚNIOR, A. O., SILVA, W. L., VIANA, D. de B., NASCIMENTO, J. A. S., FREITAS, M. A. V. de.. A foundation for the strategic long-term planning of the renewable energy sector in Brazil: Hydroelectricity and wind energy in the face of climate change scenarios. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.10.020>

FLICK U.. Triangulation in qualitative research, A companion to qualitative research, V. 3, 178-183, 2004.

FORMAN A.. Energy justice at the end of the wire: Enacting community energy and equity in Wales, **Energy Policy**, 107, 649–657, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2017.05.006>

FOSSATI, M., SCALCO, V. A., LINCZUK, V. C. C., LAMBERTS, R.. Building energy efficiency: An overview of the Brazilian residential labeling scheme. **Renewable & Sustainable Energy Reviews**, v. 65, p. 1216-1231, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.06.048>

FRANCISQUINI, A. A.. Estimação de curvas de carga em Pontos de consumo e em Transformadores de distribuição. Dissertação submetida à Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Ilha Solteira – SP, 2006.

FRANTZIS, L.; GRAHAM, S.; KATOFISKY, R.; SAWYER, H. National Renewable Energy Laboratory - NREL, 2008

FREI, F., SINSEL, S. R., HANAFY, A., HOPPMANN, J.. Leaders or laggards? The evolution of electric utilities’ business portfolios during the energy transition. **Energy Policy**, 120, 655-665, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2018.04.043>

FRIEDEN, D., TUERK, A., ROBERTS, J., D'HERBEMONT, S., GUBINA, A.. Collective self-consumption and energy communities: Overview of emerging regulatory approaches in Europe. COMPILE: Integrating community power in energy islands project, June 2019.

https://www.compile-project.eu/wp-content/uploads/COMPILE_Collective_self-consumption_EU_review_june_2019_FINAL-1.pdf Acesso: 11 abril 2021.

FSR, Florence School of Regulation. Blockchain meets Energy - Digital Solutions for a Decentralized and Decarbonized Sector, 2019. <https://www.semanticscholar.org/paper/Blockchain-meets-energy-%3A-digital-solutions-for-a-Peter-Paredes/bf1e52039dfc2c82911b84ebc78bc7a90340276f> Acesso: 11 abril 2021.

FÜCKS, R.. Green Growth, Smart Growth: A New Approach to Economics, Innovation and The Environment, UK and USA, 2015.

GABRIEL, C. A.. What is challenging renewable energy entrepreneurs in developing countries? **Renewable & Sustainable Energy Reviews**, v. 64, p. 362-371, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.06.025>

GARCEZ, C. A. G.. Distributed electricity generation in Brazil: An analysis of policy context, design and impact. **Utilities Policy**, Vol. 49, pp. 104–115, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.jup.2017.06.005>

GECO: Green Energy COMMunity. Deliverable 3 - GECO Administrative and Legal Report. Modena, Italy: Agenzia per l'Energia e lo Sviluppo Sostenibile – AESS, 2019.

_____. Deliverable 4 - District Electric Analysis and Use Case. Modena, Italy: Agenzia per l'Energia e lo Sviluppo Sostenibile – AESS, 2019.

_____. Deliverable 6 - Community engagement report. Modena, Italy: Agenzia per l'Energia e lo Sviluppo Sostenibile – AESS, 2019.

_____. Deliverable 9 - GECO Administrative and Legal Report. Modena, Italy: Agenzia per l'Energia e lo Sviluppo Sostenibile – AESS, 2020.

_____. Deliverable 10 - District Electric Analysis and Use Case. Modena, Italy: Agenzia per l'Energia e lo Sviluppo Sostenibile – AESS, 2020b.

_____. Deliverable 11 - Guideline on GECO System Requirements. Modena, Italy: Agenzia per l'Energia e lo Sviluppo Sostenibile – AESS, 2020c.

GEDDES, A., GERASIMCHUK, I., VISWANATHAN, B., SUHARSANO, A., CORKAL, V., MOSTAFA, M., ... & GENÇSÜ, I.. Doubling back and doubling down: G20 scorecard on fossil fuel funding. **International Institute for Sustainable Development**. <https://www.iisd.org/publications/g20-scorecard>, 2020.

GIANELLONI, F. T., CÂMARA, L. da S. C.. Desafios da Difusão de Fontes de Geração Não Controláveis no Brasil. **X Congresso Brasileiro de Planejamento Energético**, Gramado, RS, 2016.

GIL, A. C.. Métodos e Técnicas de Pesquisa Social. 6ªEd. - São Paulo: Atlas, 2008.

GIL, G. M. V., CUNHA, R. B. A., DI SANTO, S. G., MONARO, R. M., COSTA, F. F., & SGUAREZI FILHO, A. J.. Photovoltaic energy in South America: Current state and grid

regulation for large-scale and distributed photovoltaic systems. **Renewable Energy**, v. 162, p. 1307-1320, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2020.08.022>

GILS, H. C.. Assessment of the theoretical demand response potential in Europe. **Energy**, v. 67, p. 1-18, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2014.02.019>

GILS, H. C., SIMON, S., SORIA, R.. 100% Renewable Energy Supply for Brazil—The Role of Sector Coupling and Regional Development. **Energies**, 10, 1859, 2017. <https://doi.org/10.3390/en10111859>

GLACHANT, J.-M.; DOS REIS, P. C.; ROSSETTO, N. New Business Models in Electricity: the Heavy, the Light, and the Ghost. Florence School of Regulation, 2019. DOI:[10.2870/777448](https://doi.org/10.2870/777448)

GOLDEMBERG, J.; LUCON, O.. Energia, Meio Ambiente & Desenvolvimento. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2012.

GOMES, P. V., NETO, N. K., CARVALHO, L., SUMAILI, J., SARAIVA, J.T., DIAS, B.H., MIRANDA, V., SOUZA, S.M.. Technical-economic analysis for the integration of FV systems in Brazil. **Energy Policy**, Vol. 115, 199-206, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2018.01.014>

GONZÁLEZ-EGUINO, M.. Energy poverty: An overview. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, 47, 377–385, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.03.013>

GORMALLY, A. M.; WHYATT, J. D.; POOLEY, C. G. Renewable energy scenarios: Exploring technology, acceptance and climate e Options at the community-scale. **Applied Geography**, v. 74, p. 73-83, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2016.06.013>

GREENPEACE. Revolução energética: A caminho do desenvolvimento limpo. Em: <http://www.greenpeace.org/brasil/Global/brasil/image/2013/Agosto/Revolucao_Energetica.pdf> Acesso em: 29 nov. 2016.

GRIFFITHS, S., MILLS, R.. Potential of rooftop solar PVs in the energy system evolution of the United Arab Emirates. **Energy Strategy Reviews**, v. 9, p. 1-7, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.esr.2015.11.001>

GSE, Gestore dei Servizi Energetici S.p.A. Rapporto Statistico - Energia da Fonti Rinnovabili in Italia: Anno 2016. Milan, Italy, 2016.

GUELPA, E., VERDA, V.. Demand Response and other Demand Side Management techniques for District Heating: A review. **Energy**, p. 119440, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2020.119440>

GUI, E. M. & MACGILL, I. Typology of future clean energy communities: An exploratory structure, opportunities and challenges. **Energy Research & Social Science**, 35, 94-107, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2017.10.019>

HANGER, S., KOMENDANTOVA, N., SCHINKE, B., ZEJLI, D., IHLAL, A., PATT, A.. Community acceptance of large-scale solar energy installations in developing countries:

Evidence from Morocco, **Energy Research & Social Science**, 14, 80-89, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2016.01.010>

HAZBOUN, S. O., HOWE, P. D., COPPOCK, D. L., GIVENS, J. E.. The politics of decarbonization: Examining conservative partisanship and differential support for climate change science and renewable energy in Utah. **Energy Research & Social Science**, 70, 101769, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2020.101769>

HE, Y., XU, Y., PANG, Y., TIAN, H., WU, R.. A regulatory policy to promote renewable energy consumption in China: Review and future evolutionary path. **Renewable Energy**, v. 89, p. 695-705, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2015.12.047>

HEALY, N., BARRY, J.. Politicizing energy justice and energy system transitions: Fossil fuel divestment and a “just transition, **Energy Policy**, 108, 451–459, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2017.06.014>

HEFFRON, R. J., TALUS, K.. The evolution of energy law and energy jurisprudence: Insights for energy analysts and researchers. **Energy Research & Social Science**, v. 19, p. 1-10, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2016.05.004>

HEIDEIER, R., BAJAY, S. V., JANNUZZI, G. M., GOMES, R. D., GUANAIS, L., RIBEIRO, I., & PACCOLA, A. Impacts of photovoltaic distributed generation and energy efficiency measures on the electricity market of three representative Brazilian distribution utilities. **Energy for Sustainable Development**, v. 54, p. 60-71, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.esd.2019.10.007>

HEPBURN, C., O’CALLAGHAN, B., STERN, N., STIGLITZ, J., ZENGHELIS, D.. Will COVID-19 fiscal recovery packages accelerate or retard progress on climate change?, Smith School Working Paper 20-02, 2020. <https://doi.org/10.1093/oxrep/gra015>

HILLMANA, J., AXONA, S., MORRISSEYA, J.. Social enterprise as a potential niche innovation breakout for low carbon transition. **Energy Policy**, 117, 445–456, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2018.03.038>

HOSENUZZAMAN, M., RAHIM, N. A., SELVARAJ, J., HASANUZZAMAN, M., MALEK A. B. M. A.; NAHAR, A. Global prospects, progress, policies, and environmental impact of solar PV power generation. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 41, p. 284-297, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.08.046>

HUANG, W., KITTNER N., e KAMMEN, D. M.. ASEAN grid flexibility: Preparedness for grid integration of renewable energy. **Energy Policy**, vol. 128, pp. 711-726, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2019.01.025>

HUBACK, V. B. da S., CASTRO, N. J., DANTAS, G. de A., SILVA, P. P. da; ROSENTAL, R., MAGALHÃES, M. A.. Mudanças climáticas e os impactos sobre o setor de energia elétrica: Uma revisão da bibliografia. **X Congresso Brasileiro de Planejamento Energético**, Gramado - RS, 2016.

HUNT, C.; WEBER, O.. Fossil fuel divestment strategies: Financial and carbon-related consequences. **Organization & Environment**, v. 32, n. 1, p. 41-61, 2019. <https://doi.org/10.1177/1086026618773985>

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Síntese de indicadores sociais: uma análise das condições de vida da população brasileira 2017. Rio de Janeiro, 2017.

_____. Panorama Juazeiro, 2019. In: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ba/juazeiro/panorama>
Acesso: 11 jun. 2019

_____. Séries históricas: PIB a preços de mercado - Taxa acumulada em 4 trimestres (%), 1º trimestre 1996 - 4º trimestre 2020. 2021. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/contas-nacionais/9300-contas-nacionais-trimestrais.html?=&t=series-historicas&utm_source=landing&utm_medium=explica&utm_campaign=pib#evolucao-taxa,
Acesso: 11 abr. 2021

IEA, International Energy Agency. Energy Technology Perspectives 2016: Towards Sustainable Urban Energy Systems, France, 2016.

_____. Snapshot of Global PV Markets, 2016. Disponível em: [http://www.iea-pvps.org/fileadmin/dam/public/report/statistics/IEA-PVPS - A Snapshot of Global PV - 1992-2016_1_.pdf](http://www.iea-pvps.org/fileadmin/dam/public/report/statistics/IEA-PVPS_-_A_Snapshot_of_Global_PV_-_1992-2016_1_.pdf), Acesso: 17 jul. 2017.

_____. Snapshot of Global PV Markets, 2017. Disponível em: [http://www.iea-pvps.org/fileadmin/dam/public/report/statistics/IEA-PVPS - A Snapshot of Global PV - 1992-2016_1_.pdf](http://www.iea-pvps.org/fileadmin/dam/public/report/statistics/IEA-PVPS_-_A_Snapshot_of_Global_PV_-_1992-2016_1_.pdf), Acesso: 19 jan. 2018

_____. Statistics Search, 2018. Disponível em: <http://www.iea.org/statistics/statisticssearch/>.
Acesso em: 14 fev. 2018.

_____. World Energy Outlook 2016, France, 2016.

_____. World Access Outlook 2017, France, 2017.

_____. World Access Outlook 2018, France, 2018.

_____. Net Zero by 2050: A Roadmap for the Global Energy Sector, Maio 2021. Disponível em: <https://www.iea.org/reports/net-zero-by-2050>. Acesso em: 18 de junho de 2021.

INPE, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. A taxa consolidada de desmatamento por corte raso para os nove estados da Amazônia Legal em 2020 foi de 10.851 km², em 21 de maio de 2021. Disponível em: http://www.inpe.br/noticias/noticia.php?Cod_Noticia=5811 Acesso em 16 de junho de 2021.

IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change. 2018b. Special report on the impacts of global warming of 1.5 °C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty. Geneva, Swiss, 2018. <https://www.ipcc.ch/sr15/> Acesso: 13 junho 2020.

IRENA, International Renewable Energy Agency. Renewable Energy and Jobs - Annual Review 2017, Abu Dhabi, 2017a. <https://www.irena.org/publications/2017/May/Renewable-Energy-and-Jobs--Annual-Review-2017> Acesso: 17 maio 2019.

_____. Rethinking Energy 2017: Accelerating the global energy transformation, Abu Dhabi, 2017b. <https://www.irena.org/publications/2017/Jan/REthinking-Energy-2017-Accelerating-the-global-energy-transformation> Acesso: 17 maio 2019.

_____. Towards 100% renewable energy - status, trends and lessons learned, 2019a. https://coalition.irena.org/-/media/Files/IRENA/Coalition-for-Action/IRENA_Coalition_100percentRE_2019.pdf Acesso: 13 junho 2020.

_____. Innovation landscape for a renewable-powered future Solutions to integrate RE, 2019b.

_____. Climate Change and Renewable Energy: National policies and the role of communities, cities and regions (Report to the G20 Climate Sustainability Working Group (CSWG), Abu Dhabi, 2020a. https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2019/Jun/IRENA_G20_climate_sustainability_2019.pdf Acesso: 16 out. 2020.

_____. Renewable capacity statistics 2020, 2020b. https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2020/Mar/IRENA_RE_Capacity_Statistics_2020.pdf Acesso: 16 out. 2020.

_____. Renewable Energy and Jobs - Annual Review 2020. Abu Dhabi (United Arab Emirates): IRENA, 2020c. Disponível em: <https://www.irena.org/publications/2020/Sep/Renewable-Energy-and-Jobs-Annual-Review-2020> Acesso em: 18 de maio de 2021.

ISMAIL, A. M., RAMIREZ-INIGUEZ, R., ASIF, M., MUNIR, A. B., MUHAMMAD-SUKKI, F.. Progress of solar PV in ASEAN countries: A review. **Renewable & Sustainable Energy Reviews**, v. 48, p. 399-412, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.04.010>

ITÁLIA. Integrated National Energy and Climate Plan, December 2019. https://www.mise.gov.it/images/stories/documenti/it_final_necp_main_en.pdf Acesso: 16 out. 2020.

_____. Milleproroghe Decree, convertido na lei n. 8/2020, Fevereiro 2020a. https://asvis.it/public/asvis2/files/Programmi_eventi/Emendamento_comunita_energetiche_1.pdf Acesso: 16 out. 2020.

ITRPV, International Technology Roadmap for PV - 2016 Results including maturity report. 8ª Ed. setembro de 2017. Disponível em: <http://www.itrpv.net/>. Acesso 09 jan. 2018.

JACA, C., PRIETO-SANDOVAL, V., PSOMAS, E. L., Ormazabal, M. What should consumer organizations do to drive environmental sustainability? **Journal of Cleaner Production**, 181, 201-208, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.01.182>

JACOBSON, M. Z., DELUCCHI, M. A., CAMERON, M. A., MATHIESEN, B. V.. Matching demand with supply at low cost in 139 countries 20 world regions with 100% intermittent wind, water, and sunlight for all purposes. **Renewable Energy**, 123, 236-248, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2018.02.009>

JANNUZZI, G. de M., DE MELO, C. A.. Grid-connected PV in Brazil: Policies and potential impacts for 2030. **Energy for Sustainable Development**, v. 17, p. 40-46, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.esd.2012.10.010>

JASANOFF, S., Just transitions: A humble approach to global energy futures, **Energy Research & Social Science**, 35, 11-14, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2017.11.025>

JENKINS, K., SOVACOOOL, B. K., MCCAULEY, D.. Humanizing sociotechnical transitions through energy justice: An ethical framework for global transformative change, **Energy Policy**, 117, 66–74, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2018.02.036>

JOLLY, S., RAVEN, R. P. J. M.. Field configuring events shaping sustainability transitions? The case of solar PV in India. **Technological Forecasting & Social Change**, v. 103, p. 324-333, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2015.08.015>

JONES, A. E., IRWIN, M., IZADIAN, A.. Incentives for Microgeneration Development in the U.S. and Europe. IECON 2010-36th Annu. Conf. IEEE Ind. Electron. Soc., **IEEE**; 2010, p. 3018-21.

JOSHI, D. K., HUGHES, B. B., SISK, T. D.. Improving Governance for the Post-2015 Sustainable Development Goals: Scenario Forecasting the Next 50 years. **World Development**, v.70, p. 286-302, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2015.01.013>

KAPPAGANTU, R., DANIEL, S. A., VENKATESH, M.. Analysis of Rooftop Solar PV System Implementation Barrier in Puducherry Smart Grid Pilot Project. **Procedia Technology**, v. 21, p. 490-497, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.protcy.2015.10.033>

KASTNER, I., MATTHIES, E.. Investments in renewable energies by German households: A matter of economics, social influences and ecological concern? **Energy Research & Social Science**, v. 17, p. 1-9, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2016.03.006>

KIPERSTOK, A.. Sustentabilidade Ambiental: Produção e Consumo. **Revista Ciências Exatas**, Taubaté - SP, v. 12, n. 2, p. 141-150, 2006.

KIRCHNER, C. A. R.. Dimensão da crise e a explosão das tarifas de energia elétrica. São Paulo, **Revista da USP**, n. 104, 2015.

KOIRALA, B. P., KOLIOU, E., FRIEGE, J., HAKVOORT, R. A., HERDER, P. M.. Energetic communities for community energy: A review of key issues and trends shaping integrated community energy systems. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, 56: 722-744, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.11.080>

KOIRALA, B. P., VAN OOST, E., VAN DER WINDT, H.. Community energy storage: A responsible innovation towards a sustainable energy system? **Applied Energy**, 231: 570–585, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2018.09.163>

KONZEN, G.. Difusão de Sistemas Fotovoltaicos Residenciais Conectados à Rede no Brasil: Uma Simulação Via Modelo de Bass. Dissertação – Instituto de Energia e Meio Ambiente da Universidade de São Paulo, 2014.

KONZEN, G., KRENZA, P., MANOELA, P. S., RÜTHER, R.. O Mercado de Geração Distribuída (GD) FV no Brasil. **VI Congresso Brasileiro de Energia Solar (CBENS 2016)**, Belo Horizonte, 2016.

KUBLI, M., LOOCK, M., WÜSTENHAGEN, R.. The flexible prosumer: Measuring the willingness to co-create distributed flexibility. **Energy Policy**, 114, 540–548, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2017.12.044>

LACCHINI, C., RÜTHER, R.. The influence of government strategies on the financial return of capital invested in PV systems located in different climatic zones in Brazil. **Renewable Energy**, Vol: 83, 786-798, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2015.05.045>

LAKATOS, E. M., MARCONI, M. de A.. Fundamentos da metodologia científica. 5ª Ed. - São Paulo: Atlas, 2003.

LANDI, M.. Energia Elétrica e Políticas Públicas - a experiência do setor elétrico brasileiro no período de 1934 a 2005. Tese – Programa de Interunidades de Pós-Graduação em Energia da Universidade de São Paulo, 2006.

LA REPUBBLICA, Bologna diventa smart con la prima comunità energetica, Oct. 2019. https://www.repubblica.it/economia/rapporti/energitalia/storie/2019/10/02/news/bologna_diventa_smart_con_la_prima_comunita_energetica-237490328/ Acesso: 16 out. 2020.

LEAL FILHO W., BALOGUN, A. L., OLAYIDE, O. E., AZEITEIRO, U. M., AYAL, D. Y., MUÑOZ, P. D. C., NAGY, G. J., BYNOE, P., OGUGE, O., TOAMUKUM, N. Y., SAROAR, M., LI, C.. Assessing the impacts of climate change in cities and their adaptive capacity: Towards transformative approaches to climate change adaptation and poverty reduction in urban areas in a set of developing countries. **Science of the Total Environment**, 692, 1175–1190, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.07.227>

LEE, M., HONG, T., KOO, C.. An economic impact analysis of state solar incentives for improving financial performance of residential solar PV systems in the United States. **Renewable & Sustainable Energy Reviews**, v. 58, p. 590-607, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.12.297>

LEFF, E.. Racionalidade ambiental: a reapropriação social da natureza. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2006.

LI, K., LLOYD, B., LIANG, X. J. & WEI, Y. M.. Energy poor or fuel poor: What are the differences? **Energy Policy**, 68, 476-481, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2013.11.012>

LILLIESTAM, J., THONIG, R., SPÄTH, L., CALDÉS, N., LECHÓN, Y., DEL RÍO, P., KIEFER, C., ESCRIBANO, G., LÁZAROTOUZA, L.. Policy pathways for the energy transition in Europe and selected European countries. Zürich, Swiss: Deliverable 7.2 MUSTEC project, Deliverable 1 SCCER JA IDEA, ETH Zürich, 2019.

LIMA, J. W. M.. Mudanças Climáticas e a Geração de Energia Elétrica. As Questões Climáticas e os Impactos nos Negócios de Energia – FGV Energia, 2014.

LIMA, R. A. Energy Law in Brazil, v. 5, 2012.

LORA, E. E. S. & HADDAD, J. (Coordenadores). Geração distribuída: aspectos tecnológicos, ambientais e institucionais. Rio de Janeiro, Interciência, 2006.

LOVINS, A. B. Reinventando o fogo: soluções ousadas de negócios na nova era da energia. São Paulo: Cultrix, 2013.

LUNA, M. A. R., CUNHA, F. B. F., MOUSINHO, M. C. A. de M., TORRES, E. A.. Solar Photovoltaic Distributed Generation in Brazil: The Case of Resolution 482/2012. **Energy Procedia**, 159, 484-490, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2018.12.036>

MAHMUD, N., ZAHEDI, A.. Review of control strategies for voltage regulation of the smart distribution network with high penetration of renewable distributed generation. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 64, p. 582-595, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.06.030>

MAJEWSKI, P., AL-SHAMMARI, W., DUDLEY, M., JIT, J., LEE, S. H., MYOUNG-KUG, K., & SUNG-JIM, K.. Recycling of solar PV panels-product stewardship and regulatory approaches. **Energy Policy**, v. 149, p. 112062, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2020.112062>

MALAGUETA, D., SZKLO, A., BORBA, B. S. M. C., SORIA, R., ARAGÃO, R., SCHAEFFER, R., DUTRA, R.. Assessing incentive policies for integrating centralized solar power generation in the Brazilian electric power system. **Energy Policy**, v. 59, p. 198-212, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2013.03.029>

MARCIAL, . C.. Megatendências mundiais 2030: o que entidades e personalidades internacionais pensam sobre o futuro do mundo?: contribuição para um debate de longo prazo para o Brasil. Brasília: IPEA, 2015.

MARQUES NETO, F. de A.. Os grandes desafios do controle da Administração Pública. Fórum de Contratação e Gestão Pública - FCGP, Belo Horizonte, ano 9, n. 100, 2010.

_____. Bens Públicos: Função Social e Exploração Econômica: O regime jurídico das utilidades públicas. Belo Horizonte: Fórum, 2014.

MATA, H. T. C., CAVALCANTI, J. E. A.. A Ética Ambiental e o Desenvolvimento Sustentável. **Revista de Economia Política**, vol. 22, p. 170-185, 2002.

MELO, C. A. de; JANNUZZI, G. de M., BAJAY, S. V.. Non conventional renewable energy governance in Brazil: Lessons to learn from the German experience. **Renewable&Sustainable Energy Reviews**, v. 61, p. 222-234, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.03.054>

MERCURE, J. F., PAIM, M. A., BOCQUILLON, P., LINDNER, S., SALAS, P., MARTINELLI, P., ... & VINUALES, J. E.. System complexity and policy integration

challenges: the Brazilian Energy-Water-Food Nexus. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 105, p. 230-243, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2019.01.045>

MIAN, H. M., MOTA, V. A. de S.. Mecanismos de suporte para inserção da energia solar FV na matriz elétrica brasileira: modelos e sugestão para uma transição acelerada. WWF-Brasil, Brasília, 2015. http://d3nehc6yl9qzo4.cloudfront.net/downloads/apresentacao_estudo.pdf

MICHAELOWA, A., ALLEN, M., SHA, F.. Policy instruments for limiting global temperature rise to 1.5°C – can humanity rise to the challenge? **Climate Policy**, 18:3, 275-286, 2018. <https://doi.org/10.1080/14693062.2018.1426977>

MICHAELS, R.. The functional method of comparative law, 2006. https://scholarship.law.duke.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=2033&context=faculty_scholarship Acesso: 16 out. 2020.

MIDDLEMISS, L. & GILLARD, R.. Fuel poverty from the bottom-up: Characterising household energy vulnerability through the lived experience of the fuel poor. **Energy Research & Social Science**, 6, 146-154, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2015.02.001>

MIGLIAVACCA, G., ROSSI, M., DŽAMARIJA, M., SIX, D., HORSMANHEIMO, S., MADINA, C., KOCKAR, I., MORALES, J. M.. SmartNet: H2020 project analysing TSO–DSO interaction to enable ancillary services provision from distribution networks. **CIRE Open Access Proceedings Journal**, Vol. 2017, No. 1. pp. 1998 – 2002, 2017.

MILLOT, A., KROOK-RIEKKOLA, A., MAĪZI, N.. Guiding the future energy transition to net-zero emissions: Lessons from exploring the differences between France and Sweden. **Energy Policy**, 139, 111358, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2020.111358>

MITSCHER, M. & RÜTHER, R.. Economic performance and policies for grid-connected residential solar PV systems in Brazil. **Energy Policy**, v. 49, p. 688-694, 2012. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2020.06.016>

MULLER, G. & FALCÃO, D.. A Fuzzy Knowledge-Based System to Assess the Impact of Demand Response on the Long Term Demand of Electricity: Application to the Brazilian Interconnected Power System. **2019 IEEE PES Innovative Smart Grid Technologies Conference - Latin America (ISGT Latin America)**, Gramado, Brazil, pp. 1-6, 2019. <https://doi.org/10.1109/ISGT-LA.2019.8894988>

MÜLLER, S. C., WELPE, I. M.. Sharing electricity storage at the community level: An empirical analysis of potential business models and barriers. **Energy Policy**, 118, 492–503, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2018.03.064>

NASEM, National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine, Accelerating Decarbonization of the U.S. Energy System. Washington, DC: The National Academies Press, 2021. <https://doi.org/10.17226/25932>.

NASCIMENTO, R. L.. Energia Solar no Brasil: Situação e Perspectivas. Estudo Técnico, Consultoria Legislativa da Câmara dos Deputados, Brasil, 2017.

NE, Neighbourhood Economics. Deliverable 2 NE Methodology for pilot cases implementation and finance matching, Modena, Italy: Agenzia per l'Energia e lo Sviluppo Sostenibile – AESS, Dec. 2018.

NGUYEN, A., VELAY, M., SCHOENE, J., ZHEGLOV, V., KURTZ, B., MURRAY, K., TORRE, B., KLEISSL, J.. High PV penetration impacts on five local distribution networks using high resolution solar resource assessment with sky imager and quasi-steady state distribution system simulations. **Solar Energy**, v. 132, p. 221-235, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2016.03.019>

NOUICER A., MEEUS L., The EU Clean Energy Package, San Domenico di Fiesole, Italy, European University Institute, July 2019. DOI: [10.2870/33236](https://doi.org/10.2870/33236)

NREL, National Renewable Energy Laboratory. Low Carbon Grid Study: Analysis of a 50% Emission Reduction in California. USA: NREL, 2016.

NUNES, Marcelo Guedes. Jurimetria – Como a Estatística Pode Reinventar o Direito. **Revista dos Tribunais**, São Paulo, 2016.

OKUSHIMA, S. 2017. Gauging energy poverty: A multidimensional approach. **Energy**, 137, 1159-1166. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2017.05.137>

OLIVEIRA, A. de; SALOMÃO, L. A.. Setor Elétrico Brasileiro: Estado e Mercado. Ed. Synergia, FGV Energia, Rio de Janeiro, 2017.

ONS, Operador Nacional do Sistema Elétrico. Histórico da Operação – Geração de Energia, 2018. Disponível em <http://www.ons.org.br/pt/paginas/resultados-da-operacao/historico-da-operacao>, Acessado em 04.01.2018.

_____. Energia Agora Reservatórios, 2021. Disponível em: <http://www.ons.org.br/paginas/energia-agora/reservatorios>. Acesso em 18 junho de 2021.

ORIOLI A., GANGI A.. Six-years-long effects of the Italian policies for photovoltaics on the grid parity of grid-connected photovoltaic systems installed in urban contexts, **Energy**, 130, 55-75, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2017.04.069>

OSORIO, K., SAUMA, E.. Incentive mechanisms to promote energy efficiency programs in power distribution companies. **Energy Economics**, 49, 336–349, 2015. <http://dx.doi.org/10.1016/j.eneco.2015.02.024>

OSTROM, E.. Governing The Commons - The evolution of institutions for a collective action. Cambridge University Press, United Kingdom, 1990.

OVERHOLM, H.. Spreading the rooftop revolution: what policies enable solar-as-a service? **Energy Policy**, v. 84, p. 69-79, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2015.04.021>

PAIM, M. A., DALMARCO, A. R., YANG, C. H., SALAS, P., LINDNER, S., MERCURE, J. F., GUERRA, J. B. S. O. de A., DERANI, C., SILVA, T. B. da, VIÑUALES, J. E.. Evaluating regulatory strategies for mitigating hydrological risk in Brazil through diversification of its

electricity mix. **Energy Policy**, Vol. 128, pp. 393-401, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2018.12.064>

PAPAEFTHYMIU, G.; DRAGOON, K.. Towards 100% renewable energy systems: Uncapping power system flexibility. **Energy Policy**, v. 92, p. 69-82, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2016.01.025>

PARIJS, P. V.. Renda básica: renda mínima garantida para o século XXI? *Estudos Avançados*, 14 (40), 2000.

PELLEGRINI-MASINI, G., PIRNI, A., MARAN, S.. Energy justice revisited: A critical review on the philosophical and political origins of equality. **Energy Research & Social Science**, v. 59, p. 101310, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2019.101310>

PEREIRA, E. B., MARTINS, F. R., GONÇALVES, A. R., COSTA, R. S., LIMA, F. J. L. De, RÜTHER, R., ABREU, S. L. De, TIEPOLO, G. M., PEREIRA, S. V., SOUZA, J. G. de.. Atlas brasileiro de energia solar. 2.ed. Instituto Nacional de Pesquisas Especiais – INPE, São Paulo, 2017.

PEREIRA, M. G., FREITAS, M. A. V., SILVA, N. F.. The challenge of energy poverty: Brazilian case study. **Energy Policy**, 39, 167–175, 2011. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2010.09.025>

PEREIRA, O. S., JANNUZZI, G. de M., REIS, T. M., FIGUEIREDO, M. das G., IMPERIAL, L., MASCARENHAS, A. C. R., BRITO, J. A. de S., DE FREITAS, D. S.. A tecnologia FV, novos negócios e novos desafios para as concessionárias de distribuição. **IX Congresso de Inovação Tecnológica em Energia Elétrica (CITENEL 2015)**, Salvador, 2015. Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/283727666_A_tecnologia_fotovoltaica_novos_negocios_e_novos_desafios_para_as_concessionarias_de_distribuicao

PETER, V., PAREDES, J., RIVIAL, M. R., SEPÚLVEDA, E. S., ASTORGA, D. A. H.. Blockchain meets Energy - Digital Solutions for a Decentralized and Decarbonized Sector, Florence School of Regulation, 2019. <http://hdl.handle.net/1814/63369> Acesso: 16 out. 2020.

PIAI, J. C., GOMES, R. D. M., JANNUZZI, G. M.. Integrated resources planning as a tool to address energy poverty in Brazil. **Energy & Buildings**, 214, 109817, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2020.109817>

PINTO, J. T. M., AMARAL, K. J., JANISSEK, P. R.. Deployment of PVs in Brazil: Scenarios, perspectives and policies for low-income housing. **Solar Energy**, 133, p. 73–84, 2016. DOI:[10.1016/j.solener.2016.03.048](https://doi.org/10.1016/j.solener.2016.03.048)

PLANGKLANG, B., THANOMSAT, N., PHUKSAMAK, T.. A verification analysis of power quality and energy yield of a large scale PV rooftop. **Energy Reports**, v. 2, p. 1-7, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.egy.2015.12.002>

PRICE, C. W., Brazier, K., Wang, W.. Objective and subjective measures of fuel poverty. **Energy Policy**, 49, 33–39, 2012. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2011.11.095>

PVPS, IEA. Snapshot of Global PV Markets. IEA PV Power Systems Programme Report T1-31, 2017.

PYRGOU, A., KYLILI, A., FOKAIDES, P. A.. The future of the Feed-in Tariff (FiT) scheme in Europe: The case of PVs. **Energy Policy**, v. 95, p. 94-102, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2016.04.048>

QUEIROZ, A. R. de, FARIA, V. A. D., LIMA, L. M. M., LIMA, J. W. M. Hydropower revenues under the threat of climate change in Brazil. **Renewable Energy**, Vol.133, p.873-882, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2018.10.050>

RAIMO, P. A.. Aquecimento de água no setor residencial. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, 2007.

RAWORTH, Kate. Doughnut economics: seven ways to think like a 21st-century economist. Chelsea Green Publishing, 2017.

REN21. Global status report. Renewable Energy Policy Network for the 21st Century, Paris, France, 2017.

_____. Global status report. Renewable Energy Policy Network for the 21st Century, Paris, France, 2020. <https://www.ren21.net/gsr-2020/> Acesso: 16 jan. 2021.

_____. Renewables in Cities 2019. Global Status Report, Paris, France, 2019. <https://www.ren21.net/reports/cities-global-status-report/> Acesso: 16 out. 2020.

RESCOOPMECISE. Mobilising European Citizens to Invest in Sustainable Energy Clean Energy for All Europeans. Antwerp, Belgium: Federation of groups and cooperatives of citizens for renewable energy in Europe - REScoop.eu, 2018 Dec.

ROBERTS, J., FRIEDEN, D., D'HERBEMONT, S.. Energy Community Definitions. COMPILER: Integrating community power in energy islands project, May, 2019. <https://www.compile-project.eu/wp-content/uploads/Explanatory-note-on-energy-community-definitions.pdf> Acesso: 16 out. 2020.

ROCKSTRÖM, J., STEFFEN, W., NOONE, K., PERSSON, Å., CHAPIN, F. S., LAMBIN, E. F., LENTON, T. M., SCHEFFER, M., FOLKE, C.; SCHELLNHUBER, H. J., NYKVIST, B., WIT, C. A. de, HUGHES, T., LEEUW, S. V., RODHE, H., SÖRLIN, S., SNYDER, P. K., COSTANZA, R., SVEDIN, U., FALKENMARK, M., KARLBERG, L., CORELL, R. W., FABRY, V. J., HANSEN, J., WALKER, B., LIVERMAN, D., RICHARDSON, K., CRUTZEN, P., FOLEY, J. A.. A safe operating space for humanity. **Nature**, Vol. 461, 2009. <https://doi.org/10.1038/461472a>

ROCKSTRÖM, J., GAFFNEY, O., ROGELJ, J., MEINSHAUSEN, M., NAKICENOVIC, N., SCHELLNHUBER, H. J.. A roadmap for rapid decarbonization. **Science**. Vol. 355, 2017. DOI: 10.1126/science.aah3443

RODDIS, P., CARVER, S., DALLIMER, M., NORMAN, P., ZIV, G.. The role of community acceptance in planning outcomes for onshore wind and solar farms: An energy justice analysis. **Applied Energy**, V. 226, 353-364, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2018.05.087>

RODRIGUEZ, A.. [R]evolução Energética: Rumo a um Brasil com 100% de energias limpas e renováveis. Greenpeace Internacional, 2016.

ROHANKAR, N., JAIN, A. K., NANGIA, O. P., DWIVEDI, P.. A study of existing solar power policy framework in India for viability of the solar projects perspective. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 56, p. 510-518, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.11.062>

ROSA, T. H.. O acesso à energia elétrica como manifestação do direito ao mínimo existencial: uma análise com ênfase na dimensão defensiva do direito de acesso à energia elétrica. Dissertação. Programa de Pós-Graduação em Direito Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, 2016.

RUBIM, B., SAUAIA, R., KOLOSZUK, R.. Revisão da REN 482/2012: Proposta da ANEEL precisa melhorar, **Revista O Setor Elétrico**, São Paulo, 2019. Disponível em: <http://www.absolar.org.br/noticia/artigos-da-absolar/revisao-da-ren-4822012-proposta-da-aneel-precisa-melhorar.html>

RUSSELL, A., FIRESTONE, J.. What's love got to do with it? Understanding local cognitive and affective responses to wind power projects. **Energy Research & Social Science**, v. 71, p. 101833, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2020.101833>

RUSSELL, F. T. S. E. Investing in the global green economy: busting common myths Defining and measuring the investment opportunity. 2018. Disponível em: https://content.ftserussell.com/sites/default/files/research/fr_investing_in_the_global_green_economy.pdf Acessado em: 16 de junho de 2021.

SAHU, B. K.. A study on global solar PV energy developments and policies with special focus on the top ten solar PV power producing countries. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 43, p. 621-634, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.11.058>

SAJN, N. Electricity 'Prosumers'. European Parliamentary Research Service - EPRS, 2016.

SALGADO, L. H., BORGES, E. B. de P.. Análise de Impacto Regulatório: uma abordagem exploratória. Texto para Discussão, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), 2010.

SACHS, I.. Estratégias de transição para o século XXI. Para pensar o desenvolvimento sustentável. São Paulo: Brasiliense, p. 29-56, 1993.

SARDI, J., MITHULANANTHAN, N., GALLAGHER, M., HUNG, D. Q., Multiple community energy storage planning in distribution networks using a cost-benefit analysis. **Applied Energy**, 190: 453–63, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2016.12.144>

SAREEN, S., THOMSON, H., HERRERO, S. T., GOUVEIA, J. P., LIPPERT, I., LIS, A.. European energy poverty metrics: Scales, prospects and limits. **Global Transitions**. 2, 26-36, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.glt.2020.01.003>

SATCHWELL, A., MILLS, A., BARBOSE, G.. Regulatory and rate making approaches to mitigate financial impacts of net-metered PV on utilities and ratepayers. **Energy Policy**, v. 85, p. 115-125, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2015.05.019>

SAUNDERS, M.; LEWIS, P.; THORNHILL, A.. Research methods for business students. 5^a Ed. Pearson Education Limited, England, 2009.

SCHAEFFER, R.; SZKLO, A.; LUCENA, A. F. P.; KELMAN, R.. Adaptação às mudanças climáticas no Brasil: cenários e alternativas. ENERGIA - RELATÓRIO FINAL.PSR/COPPE/UFRJ, 2015

SCHMALENSEE, R.. The future of solar energy: A personal assessment. **Energy Economics**, v. 52, p. S142-S148, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2015.08.012>

SCHMIDT, J., CANCELLA, R., PEREIRA JUNIOR, A. O.. An optimal mix of solar PV, wind and hydro power for a low-carbon electricity supply in Brazil. **Renewable Energy**, v 85, p. 137/147, 2016a. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.10.159>

_____. The role of wind power and solar PV in reducing risks in the Brazilian hydro-thermal power system. **Energy**, [S.l.], v. 115,p. 1748-1757, Nov. 2016b. Part. 3. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2016.03.059>

SCHWARZ, L.. Empowered but powerless? Reassessing the citizens' power dynamics of the German energy transition. **Energy Research & Social Science**, v. 63, p. 101405, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2019.101405>

SEN, S.; VON SCHICKFUS, M.-T.. Climate policy, stranded assets, and investors' expectations. **Journal of Environmental Economics and Management**, v. 100, p. 102277, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.jeem.2019.102277>

SENTIMENTI, L., AVELLA, G., MOLINARI, F.. Proposta di un nuovo modello di comunità energetica per il quartiere San Donato. Agenzia per l'Energia e lo Sviluppo Sostenibile di Modena – AESS, Modena, Itália, 2017.

SILVA, G. J. F., SEVERO, T. E. A.. Potencial/Aproveitamento de Energia Solar e Eólica no Semiárido Nordeste: Um Estudo de Caso em Juazeiro – BA nos Anos de 2000 a 2009. **Revista Brasileira de Geografia Física**, n. 03, p. 586-599, 2012.

SILVA, P. P. Da, RAMIRO, D. L., ORTEGA, J. M., GALOTTO JUNIOR, L.. Análise do Impacto da Inserção de Micro e Minigeração Distribuída nas Perdas Técnicas em Alimentadores de Média Tensão. **X Congresso Brasileiro de Regulação, Florianópolis**, 2017.

SILVA, P. P.; DANTAS, G.; PEREIRA, G. I.; CÂMARA, L.; CASTRO, N. J.. Photovoltaic distributed generation: An international review on diffusion, support policies, and electricity sector regulatory adaptation. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, Vol. 103, pp. 30-39, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.12.028>

SILVA, R. C., MARCHI NETO DE, I., SEIFERT, S. S.. Electricity supply security and the future role of renewable energy sources in Brazil. **Renewable & Sustainable Energy Reviews**, v. 59, p. 328-341, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.01.001>

SILVA, R. M.. Energia Solar no Brasil: dos incentivos aos desafios. Brasília: Núcleo de Estudos e Pesquisas/CONLEG/Senado, 2015.

SIMPSON, G., CLIFTON, J.. Subsidies for residential solar PV energy systems in Western Australia: Distributional, procedural and outcome justice. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 65, p. 262-273, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.06.060>

SIMSHAUSER, P.. Distribution network prices and solar PV: Resolving rate instability and wealth transfers through demand tariffs. **Energy Economics**, v. 54, p. 108-122, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2015.11.011>

SOARES, L. R.. Crescimento econômico e desacoplamento do uso de recursos naturais e de impactos ambientais: evidências para o Brasil. Dissertação de mestrado, Universidade Estadual Paulista, 2015.

SORRELL S., Improving the evidence base for energy policy: the role of systematic reviews, **Energy Policy**, 35, 1858–1871, 2007. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2006.06.008>

SOUZA, L. E. V., CAVALCANTE, A. M. G.. Towards a sociology of energy and globalization: Interconnectedness, capital, and knowledge in the Brazilian solar PV industry. **Energy Research & Social Science**, v. 21, p. 145-154, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2016.07.004>

SOVACOOOL, B. K. 2012. The political economy of energy poverty: A review of key challenges. **Energy for Sustainable Development**, 16, 272-282. <https://doi.org/10.1016/j.esd.2012.05.006>

SOVACOOOL B. K., How long will it take? Conceptualizing the temporal dynamics of energy transitions, **Energy Research & Social Science**, 13, 202-215, 2016. <http://dx.doi.org/10.1016/j.erss.2015.12.020>

SOVACOOOL B. K.; BURKE, M. J., BAKER, L., KOTIKALAPUDI, C. K., WLOKAS, H.. New frontiers and conceptual frameworks for energy justice, **Energy Policy**, V. 105, 677-691, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2017.03.005>

SOVACOOOL B. K., AXSENC, J., SORRELL, S.. Promoting novelty, rigor, and style in energy social science: Towards codes of practice for appropriate methods and research design, **Energy Research & Social Science**, 45, 12–42, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2018.07.007>

SOVACOOOL, B. K. Who are the victims of low-carbon transitions? Towards a political ecology of climate change mitigation. **Energy Research & Social Science**, v. 73, p. 101916, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2021.101916>

STAFFELL I., JANSEN M., CHASE A., COTTON E. and LEWIS C. **Energy Revolution: Global Outlook**. Drax: Selby, 2018. Disponível em: <https://www.drax.com/wp-content/uploads/2018/12/Energy-Revolution-Global-Outlook-Report-Final-Dec-2018-COP24.pdf> Acesso: 16 abr. 2021.

STEPHENS J. C.. Energy Democracy: Redistributing Power to the People Through Renewable Transformation. **Environment: Science and Policy for Sustainable Development**, Vol 61:2, pp. 4-13, 2019. <https://doi.org/10.1080/00139157.2019.1564212>

STRAM, B. N.. Key challenges to expanding renewable energy. **Energy Policy**, v. 96, p. 728-734, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2016.05.034>

SUSTERAS, G., SAUAIA, R., KOLOSZUK, R.. Energia Solar: O Marco Legal para a Geração Distribuída. **Revista FotoVOLT**, São Paulo, 2020. Disponível em: <http://absolar.org.br/noticia/blog/energia-solar-o-marco-legal-para-a-geracao-distribuida.html>

SUŠKEVIČS, M., S., EITER, S., MARTINAT, D., STOBER, E., VOLLMER, C. L., DE BOER, BUCHECKER M.. Regional variation in public acceptance of wind energy development in Europe: What are the roles of planning procedures and participation? **Land Use Policy**, 81, 311-323, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.10.032>

TADDEI, R.. Alter Geoengenharia. Colóquio Internacional Os Mil Nomes De Gaia – Do Antropoceno À Idade Da Terra. Em 16 de setembro de 2014, Fundação Casa De Rui Barbosa, Rio De Janeiro. Disponível em: <https://osmilnomesdegaia.files.wordpress.com/2014/11/renzo-taddei-alter-geoengenharia.pdf>. Acesso: 05 dez. 2017.

TARANTO, G. N., FALCÃO, D. M.; RÊGO, L. O.; CASSERES, E. M. M. D.. Impactos da Difusão da Micro e da Mini Geração no Planejamento, na Operação e na Manutenção do Sistema de Distribuição. Texto de Discussão do Setor Elétrico TDSE Nº 73: Grupo de Estudos do Setor Elétrico da Universidade Federal do Rio de Janeiro (GESEL-UFRJ), 2017. Disponível em: http://www.gesel.ie.ufrj.br/app/webroot/files/publications/17_tdse_73.pdf . Acesso 04 jan. 2018.

TERNA. Procedura per l’approvvigionamento a termine di risorse di dispacciamento fornite dalle UVAM, 2019.

TESKE, S.. [R]evolução Energética: Cenário Brasileiro 2013. Greenpeace Internacional, 2013.

THACKER, S., ADSHEAD, D., FAY, M., HALLEGATTE, S., HARVEY, M., MELLER, H., O’REGAN, N., ROZENBERG, J., WATKINS, G., HALL, J., W. 2019. Infrastructure for sustainable development. **Nature Sustainability**, 2, 324–331. <https://doi.org/10.1038/s41893-019-0256-8>

THE GUARDIAN. Chinese overseas investments in fossil fuel 100x bigger than renewables since Paris, 2019a. <http://climatetracker.org/chinese-overseas-investments-in-fossil-fuel-100x-bigger-than-renewables/> Acesso: 16 junho 2020.

THE GUARDIAN. The urgency of climate crisis needed robust new language to describe it, 2019b. <https://www.theguardian.com/commentisfree/2019/jun/16/urgency-climate-crisis-robust-new-language-guardian-katharine-viner> Acesso: 16 junho 2020.

THE GUARDIAN. Extinction Rebellion’s tactics are working. It has pierced the bubble of denial, 2019c. <https://www.theguardian.com/commentisfree/2019/jun/10/extinction-rebellion-bubble-denial-climate-crisis> Acesso: 16 junho 2020.

THE GUARDIAN. When Alexandria Ocasio-Cortez met Greta Thunberg: 'Hope is contagious', 2019d. <https://www.theguardian.com/environment/2019/jun/29/alexandria-ocasio-cortez-met-greta-thunberg-hope-contagious-climate> Acesso: 16 junho 2020.

THE WORLD BANK. Data Bank, 2018. Disponível em: <<http://databank.worldbank.org/data/home.aspx>>. Acesso: 14 fev. 2018.

THOMAS, K. A., WARNER, B. P.. Weaponizing vulnerability to climate change, *Global Environmental Change*, Vol: 57, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2019.101928>

THOMSON, H., SIMCOCK, N., BOUZAROVSKI, S., PETROVA, S.. Energy poverty and indoor cooling: An overlooked issue in Europe. *Energy & Buildings*, 196, 21–29, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2019.05.014>

TRIGOSO, F. B. M., ANDRADE, C. B.. Marco Regulatório Brasileiro da Geração Distribuída baseada em Sistemas Fotovoltaicos. **VI Congresso Brasileiro de Energia Solar (CBENS 2016)**, Belo Horizonte, 2016.

TOLMASQUIM, M. T.. Energia Renovável: Hidráulica, Biomassa, Eólica, Solar, Oceânica / Mauricio Tiomno Tolmasquim (coord.). – EPE: Rio de Janeiro, 2016

TOMAIN, J. P.. A perspective on clean power and the future of US energy politics and Policy. *Utilities Policy*, v. 39, p. 5-12, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.jup.2016.01.007>

TSUCHIDA, B., SERGICI, S., MUDGE, B., GORMAN, W., FOX-PENNER, P., & SCHOENE, J.. Comparative generation costs of utility-scale and residential-scale PV in Xcel energy Colorado's service area. **The Brattle Group**, 2015. Disponível em: http://files.brattle.com/files/7626_comparative_generation_costs_of_utility-scale_and_residential-scale_pv_in_xcel_energy_colorado's_service_area.pdf

UNFCCC, United Nations Framework Convention on Climate Change, Adoption of the Paris agreement: proposal by the president: draft decision -/CP.2. Paris, 2015. <https://unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/eng/109r01.pdf> Acesso: 16 junho 2020.

UNFCCC, United Nations Framework Convention on Climate Change. Time Series - Annex I -GHG total without LULUCF, in kt CO₂ equivalent. 2021. https://di.unfccc.int/time_series. Acesso: 16 jan. 2021.

VALDES, J., GONZÁLEZ, A. B. P., CAMARGO, L. R., FENÁNDEZ, M. V., MACIA, Y. M., & DORNER, W., Industry, flexibility, and demand response: Applying German energy transition lessons in Chile. *Energy Research & Social Science*, v. 54, p. 12-25, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2019.03.003>

VALE, A. M., FELIX, D. G., FORTES, M. Z., BORBA, B. S. M. C., DIAS, B. H., SANTELLI, B. S.. Analysis of the economic viability of a photovoltaic generation project applied to the Brazilian housing program “Minha Casa Minha Vida”. *Energy Policy*, 108, 292–298, 2017. <http://dx.doi.org/10.1016/j.enpol.2017.06.001>

VAN DEN BERGH, J., FOLKE, C., POLASKY, S., SCHEFFER, M., STEFFEN, W.. What if solar energy becomes really cheap? A thought experiment on environmental problem shifting.

Current Opinion in **Environmental Sustainability**, v. 14, p. 170-179, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2015.05.007>

VAN DER STELT, S., AL SKAIF, T., VAN SARK, W., Techno-economic analysis of household and community energy storage for residential prosumers with smart appliances, **Applied Energy**, 209: 266–76, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2017.10.096>

VAZQUEZ, M., HALLACK, M.. The role of regulatory learning in energy transition: The case of solar PV in Brazil. **Energy Policy**, v. 114, p. 465-481, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2017.11.066>

VELDHUISA, A. J., LEACH, M., YANGA, A.. The impact of increased decentralised generation on the reliability of an existing electricity network. **Applied Energy**, Vol. 215, Pages 479-502, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2018.02.009>

VELLOSO, R., FREITAS, P. S., ABBUD, O.. Energia elétrica a caminho do estrangulamento: Tarifas de energia artificialmente baixas e excesso de intervenção estatal provocam ineficiência econômica e inibem a expansão do setor. Ed. Fórum Nacional, Rio de Janeiro, 2014.

VIGLIONE, G.. Climate lawsuits are breaking new legal ground to protect the planet. **Nature**, 579 (7798), 184-185, 2020. <https://doi.org/10.1038/d41586-020-00175-5>

VILLAR, José; BESSA, Ricardo; MATOS, Manuel. Flexibility products and markets: Literature review. **Electric Power Systems Research**, v. 154, p. 329-340, 2018. <http://dx.doi.org/10.1016/j.epsr.2017.09.005>

VLAMIDIS C., Entrevista com a representante da Agência de Desenvolvimento do Pilastro, trecho citado extraído do minuto 1:13:00. Bolonha, Itália, 16 novembro 2019.

ZANCHINI, E., EROE, K., DE SANTIS, S.. Rapporto Legambiente: Comunità Rinnovabili 2020. June 2020. <https://www.legambiente.it/wp-content/uploads/2020/06/rapporto-comunita-rinnovabili-2020.pdf> Acesso: 16 junho 2020.

YENNETI, K.. Industry perceptions on feed in tariff (FiT) based solar power policies – A case of Gujarat, India. **Renewable & Sustainable Energy Reviews**, v. 57, p. 988-998, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.12.173>

YENNETI, K., DAY, R.. Procedural (in)justice in the implementation of solar energy: The case of Charanaka solar park, Gujarat, India. **Energy Policy**, v. 86, p. 664-673, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2015.08.019>

YIN, R. K., Case study research: Design and methods (applied social research methods), Thousand Oaks, CA: Sage publications, 2014.

YIN, R. K. Estudo de Caso: Planejamento e Métodos. Porto Alegre, 2001.

YUAN X., ZUO J., HUISINGH, D.. Social acceptance of wind power: a case study of Shandong Province, China, **Journal of Cleaner Production**, 92, 168-178, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.12.097>

WALSH, M., CASTANIÉ, M., GIOVANNINI, S.. Community Energy: A practical guide to reclaiming power, Friends of the Earth Europe, REScoop.eu, Energy Cities, Outubro, 2020. <https://friendsoftheearth.eu/wp-content/uploads/2020/11/community-energy-guide.pdf>

WANG, J., ZHONG, H., WU, C., Du, E., Xia, Q., Kang, C. 2019. Incentivizing distributed energy resource aggregation in energy and capacity markets: An energy sharing scheme and mechanism design. **Applied Energy**, 252, 113471. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2019.113471>

WBG, World Bank Group. Blockchain and emerging digital technologies for enhancing post climate markets, 2019a. <https://documents.worldbank.org/en/publication/documents-reports/documentdetail/942981521464296927/blockchain-and-emerging-digital-technologies-for-enhancing-post-2020-climate-markets> Acesso: 16 junho 2020.

WBG, World Bank Group. Climate Smart Development - Adding Up the Benefits of Actions that Help Build Prosperity, End Poverty and Combat Climate Change, 2019b. <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/18815> Acesso: 16 junho 2020.

WEF, World Economic Forum, The Net-Zero Challenge: Fast-Forward to Decisive Climate Action. 2020. http://www3.weforum.org/docs/WEF_The_Net_Zero_Challenge.pdf Acesso: 16 junho 2020.

WIMBADI, R. W. & DJALANTE, R.. From decarbonization to low carbon development and transition: A systematic literature review of the conceptualization of moving toward net-zero carbon dioxide emission (1995–2019), **Journal of Cleaner Production**, 256, 120307, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120307>

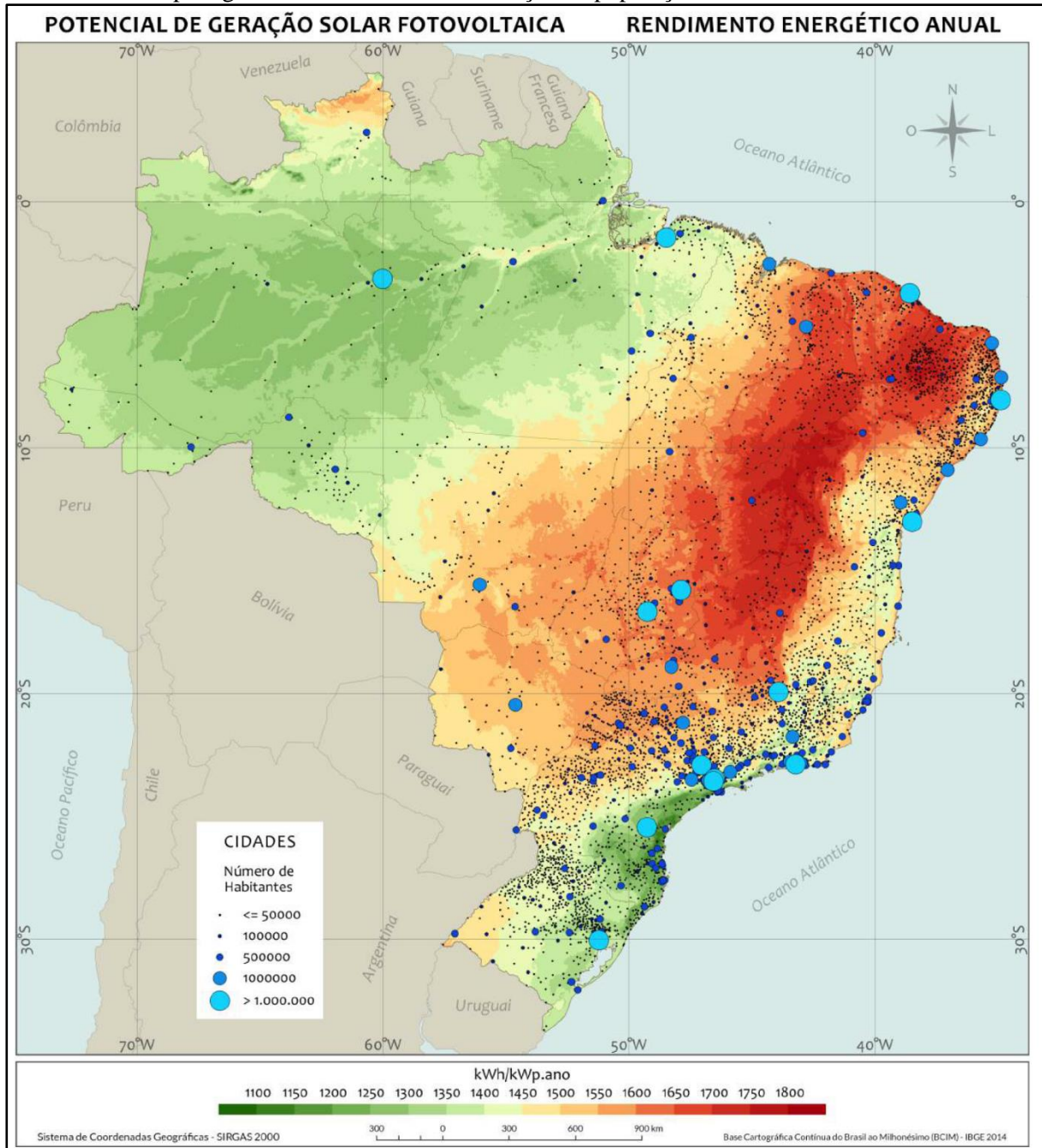
WITTMANN, D.. A indústria de energia elétrica no Brasil e o desenvolvimento sustentável: Uma proposta para o horizonte 2050 à luz da Teoria de Sistemas. Tese - Instituto de Energia e Ambiente da Universidade de São Paulo, 2014.

WU, J., BOTTERUD, A., MILLS, A., ZHOU, Z., HODGE, B-M., HEANEY, M.. Integrating solar PV (PVs) in utility system operations: Analytical framework and Arizona case study. **Energy**, v. 85, p. 1-9, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2015.02.043>

WU, Q., ZHANG, X., SUN, J., MA, Z., ZHOU, C.. Locked post-fossil consumption of urban decentralized solar PV energy: A case study of an on-grid PV power supply community in Nanjing, China. **Applied Energy**, v. 172, p. 1-11, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2016.03.013>

ANEXO A - MAPA DO POTENCIAL DE GERAÇÃO SOLAR FOTOVOLTAICA PARA TODO O BRASIL

Figura 38 – Mapa do potencial de geração solar FV em termos do rendimento energético anual para todo o Brasil (medido em kWh/kWp ano no perfil de cores), admitindo uma taxa de desempenho de 80% para geradores FV fixos e distribuição da população brasileira nas cidades.



Fonte: PEREIRA *et al.* (2017)

ANEXO B - FORMULÁRIO DE AVALIAÇÃO DE IMPACTO REGULATÓRIO UTILIZADO

ANÁLISE DE IMPACTO REGULATÓRIO	
Data: Clique aqui para inserir uma data.	Área Responsável: Clique aqui para selecionar
Título da Regulação: Clique aqui para digitar texto.	
Qual é o problema que se quer resolver? Qual é o público-alvo?	
Descrever a natureza e a extensão do problema. Clique aqui para digitar texto.	
Identificar os principais grupos afetados pelo problema. Clique aqui para digitar texto.	
Estabelecer as causas do problema Clique aqui para digitar texto.	
Justificativas para a intervenção:	
Por que a intervenção é necessária? Clique aqui para digitar texto.	
Existem outras formas de intervenção que não a implementação de nova regulamentação? Clique aqui para digitar texto.	
Objetivos perseguidos:	
Quais são os objetivos e os efeitos esperados com a regulamentação? Clique aqui para digitar texto.	
Qual é o prazo para a implantação do regulamento? Clique aqui para digitar texto.	
Opções consideradas:	
Quais as alternativas para solução do problema foram consideradas? Clique aqui para digitar texto.	
Justificar a opção escolhida, inclusive a de não regular. Clique aqui para digitar texto.	
Análise de custo-benefício:	
Descrever e mensurar os custos e os benefícios, em termos financeiros, da regulação para os principais grupos afetados. Clique aqui para digitar texto.	
Elencar custos e benefícios não financeiros. Avaliar os riscos envolvidos nas alternativas consideradas. Clique aqui para digitar texto.	
Análise do estoque regulatório:	
O regulamento proposto implica alteração e/ou revogação de outro regulamento existente? Caso afirmativo, discriminar. Clique aqui para digitar texto.	
Avaliar a correlação entre a regulação proposta e o estoque regulatório. Clique aqui para digitar texto.	
Acompanhamento dos efeitos do regulamento proposto	
Propor alternativas para acompanhamento dos efeitos do regulamento proposto. Clique aqui para digitar texto.	

APÊNDICE A – SÍNTESE DAS ENTREVISTAS REALIZADAS

Os documentos relativos às entrevistas realizadas e utilizadas na tese “Transição Energética para uma Sociedade de Baixo Carbono: Análise e Propostas de Políticas Regulatórias para o Setor Elétrico Brasileiro como foco na Geração Distribuída” foram organizados em pastas diferentes, conforme detalhado a seguir, e disponibilizadas para consulta por meio de acesso direto em Google Drive.

Gostaríamos de destacar que todas as entrevistas foram realizadas em português e italiano, de acordo com a nacionalidade do entrevistador. Todos os materiais estão nos idiomas originais dos entrevistados e não foram traduzidos.

1. ROTEIRO DAS ENTREVISTAS SEMI-ESTRUTURADAS

[HTTPS://DRIVE.GOOGLE.COM/DRIVE/FOLDERS/1HAEUQ-SKJ_YFH-LCHBxBHASBYDY7TWt?usp=sharing](https://drive.google.com/drive/folders/1HAEUQ-SKJ_YFH-LCHBxBHASBYDY7TWt?usp=sharing)

2. TERMOS DE CONSENTIMENTO LIVRE E INFORMADO

[HTTPS://DRIVE.GOOGLE.COM/DRIVE/FOLDERS/18LEC4ZEMBAIDLGpeSRVD9QTfHTN5SYZB?usp=sharing](https://drive.google.com/drive/folders/18LEC4ZEMBAIDLGpeSRVD9QTfHTN5SYZB?usp=sharing)

3. GRAVAÇÕES DAS ENTREVISTAS REALIZADAS

[HTTPS://DRIVE.GOOGLE.COM/DRIVE/FOLDERS/18LEC4ZEMBAIDLGpeSRVD9QTfHTN5SYZB?usp=sharing](https://drive.google.com/drive/folders/18LEC4ZEMBAIDLGpeSRVD9QTfHTN5SYZB?usp=sharing)

4. TRANSCRIÇÃO E NOTAS DAS ENTREVISTAS REALIZADAS

[HTTPS://DRIVE.GOOGLE.COM/DRIVE/FOLDERS/1YHIXFzFCI6C81B28F4CK4CRKAIFJAPf?usp=sharing](https://drive.google.com/drive/folders/1YHIXFzFCI6C81B28F4CK4CRKAIFJAPf?usp=sharing)

APÊNDICE B – MODELOS DOS TERMOS DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO APLICADOS NO BRASIL



Universidade Federal da Bahia
Programa de Pós Graduação em Energia e Ambiente
Centro Interdisciplinar de Energia e Ambiente - CIEnAm
Doutorado em Energia e Ambiente

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado(a) como voluntário(a) a participar da pesquisa “**Inserção da energia solar, via geração distribuída, na matriz energética brasileira: propostas regulatórias para um novo paradigma de utilização do bem comum**”, conduzida pelo pesquisador/doutorando Felipe Barroco Fontes Cunha, sob a orientação do Professor Ednildo Andrade Torres.

Nesta pesquisa, pretendemos realizar uma análise crítica da legislação do setor elétrico brasileiro afeta à energia solar e apresentar propostas regulatórias capazes de fomentar a inserção da fonte solar na matriz elétrica brasileira, via geração distribuída, em níveis compatíveis com o potencial de geração nacional, a partir do estudo de soluções para os entraves existentes, além de possíveis incentivos, através, em especial, da revisão de seu sistema de compensação de energia (*net metering*).

O presente trabalho busca, portanto, contribuir para a emergência de uma nova lógica no setor elétrico brasileiro, que possa ultrapassar temores tecnológicos infundados e viabilizar, através de propostas regulatórias concretas, a aceleração do processo de superação do atual mercado cativo, mediante a atribuição da relevância necessária à geração solar distribuída.

Sua participação nesta pesquisa consistirá na cooperação em entrevista, de aproximadamente uma hora de duração, a ser realizada pelo pesquisador Felipe Barroco Fontes Cunha. A fim de possibilitar melhor sistematização e utilização dos dados obtidos, será necessário o registro do áudio da entrevista. Destaca-se que as informações obtidas serão utilizadas exclusivamente para os fins acadêmicos e científicos, podendo ser aproveitadas em artigos científicos produzidos pelo Pesquisador no curso do Programa de Doutorado em Energia.

Para participar deste estudo, você não terá nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira. Você terá esclarecimentos sobre o estudo em qualquer aspecto que desejar, e estará livre para participar ou recusar-se a participar. Poderá, também, retirar seu consentimento, ou interromper a participação, a qualquer momento. A sua participação é voluntária, e a recusa em participar não acarretará qualquer prejuízo.

Acaso você necessite de qualquer esclarecimento, ou ainda deseje se retirar da pesquisa, por favor, entre em contato com os pesquisadores abaixo a qualquer tempo.

Professor Orientador: Ednildo Andrade Torres. Endereço profissional: Rua Barão de Jeremoabo, S/N, Campus de Ondina. CEP: 40170-115. Salvador-BA. Telefone: (71) 3283-5643.

Pesquisador: Felipe Barroco Fontes Cunha. Endereço profissional: Rua Marechal Floriano, nº 482, Casa C, Canela. CEP: 40110-010. Salvador-BA. Telefone: (71) 3015-0333, (71) 99967-1342.

Os resultados da pesquisa estarão à sua disposição, quando finalizada. Seu nome ou o material que indique sua participação não será liberado sem a sua permissão. Caso você concorde em participar desta pesquisa, assine ao final deste documento, que possui duas vias, sendo uma delas sua, e a outra do Pesquisador. Sua identidade será tratada de acordo com os padrões profissionais de sigilo, atendendo às disposições da legislação brasileira (Resolução Nº 466/12 do Conselho Nacional de Saúde), utilizando-se as informações somente para os fins acadêmicos e científicos.

Declaro que entendi os objetivos, riscos e benefícios de minha participação na pesquisa, e que concordo em participar.

_____, ____ de _____ de ____.

Assinatura do(a) Participante: _____

Assinatura do Pesquisador(a): _____

APÊNDICE C – MODELOS DOS TERMOS DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO APLICADOS NA ITÁLIA



MODULO DI CONSENSO INFORMATO

Lei è stato(a) invitato(a) come volontario(a) a partecipare alla ricerca nell'ambito del progetto GECO (Green Energy COmmunity), cofinanziato dal fondo europeo EIT Climate-KIC e promosso da AESSE (Agenzia per l'Energia e lo Sviluppo Sostenibile), ENEA (Agenzia Nazionale per le Nuove Tecnologie, l'Energia e lo Sviluppo Economico Sostenibile) e l'Università di Bologna, che porterà alla creazione di una Comunità Energetica nell'area Pilastro-Roveri a Bologna.

La tua partecipazione a questa ricerca consisterà in una collaborazione in un colloquio, della durata di circa un'ora. Al fine di consentire una migliore sistematizzazione e fruizione dei dati ottenuti, sarà necessario registrare l'audio dell'intervista. Si segnala che le informazioni ottenute saranno utilizzate esclusivamente per scopi accademici e scientifici, nell'ambito delle attività del progetto, e potranno essere utilizzate in articoli scientifici prodotti da ricercatori delle istituzioni coinvolte.

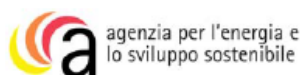
Per partecipare a questo studio, non avrai alcun costo, né riceverai alcun vantaggio finanziario. Avrai chiarimenti sullo studio in qualsiasi aspetto desideri e sarai libero di partecipare o rifiutarti di partecipare. Puoi anche revocare il tuo consenso, o interrompere la partecipazione, in qualsiasi momento. La tua partecipazione è volontaria e il tuo rifiuto di partecipare non causerà alcun danno.

Se hai bisogno di chiarimenti o desideri comunque ritirarti dal sondaggio, ti preghiamo di contattarci in qualsiasi momento tramite la mail: greenenergycommunity@gmail.com.

I risultati del sondaggio saranno a tua disposizione una volta completati. Il tuo nome o materiale che indica la tua partecipazione non sarà rilasciato senza il tuo permesso. Se accetti di partecipare a questa ricerca, firma alla fine di questo documento, che ha due copie, una delle quali è tua e l'altra del Ricercatore. La Sua identità sarà trattata secondo standard professionali di riservatezza, nel rispetto di quanto previsto dal D.Lgs. ai sensi e per gli effetti. n. 196/2003 e del Regolamento UE 2016/679, utilizzando le informazioni solo per scopi accademici e scientifici nell'ambito del progetto.

Dichiaro di aver compreso gli obiettivi, i rischi e i benefici della mia partecipazione alla ricerca e di accettare di partecipare.

Firma: _____



APÊNDICE D – DOS QUESTIONÁRIOS APLICADOS

Os documentos relativos às entrevistas realizadas e utilizadas na tese “A Geração Distribuída e a Transição para uma Sociedade de Baixo Carbono: Análise e Propostas de Políticas Regulatórias para o Setor Elétrico Brasileiro” foram organizados em pastas diferentes, conforme detalhado a seguir, e disponibilizadas para consulta por meio de acesso direto em Google Drive.

1. QUESTIONÁRIOS APLICADOS NOS CONDOMÍNIOS MORADA DO SALITRE E PRAIA DO RODEADOURO

<https://drive.google.com/drive/folders/1SZDxCd9d5hMAF60XJAZyBVXs1VqT-dhP?usp=sharing>

2. MODELO DOS QUESTIONÁRIOS APLICADOS PARA AS CONCESSIONÁRIAS DE DISTRIBUIÇÃO ATRAVÉS DO MONKEY SURVEY

<https://drive.google.com/drive/folders/1jYvRM6bG6vWn4Jk6cqOQyaWAB8Q-xMTK?usp=sharing>

MODELO DO QUESTIONÁRIO APLICADO

QUESTIONÁRIO DE CONSUMO ENERGÉTICO

Prezado(a) Morador(a),

gostaria de pedir sua colaboração no desenvolvimento da pesquisa “*Energia solar via geração distribuída: análise e propostas de políticas regulatórias para o setor elétrico brasileiro*” realizada pelo pesquisador Felipe Barroco Fontes Cunha, sob a orientação dos Professores Ednildo Andrade Torres, Marcelo Santana Silva e Celso Luiz de Braga Castro.

Sua participação nesta pesquisa consistirá na na resposta ao questionário em anexo, a respeito do tema da tese. Destaca-se que as informações obtidas serão utilizadas exclusivamente para os fins acadêmicos e científicos, podendo ser aproveitadas apenas na tese e em artigos científicos produzidos pelo pesquisador no curso do Programa de Doutorado em Energia e Ambiente da Universidade Federal da Bahia - UFBA.

Registra-se ainda que as entrevistas e visitas técnicas realizadas em 2016 e 2017 nos condomínios Morada do Salitre e Praia do Rodeadouro, até o momento, já viabilizaram a publicação de 02 (dois) artigos científicos nas Revista Bahia Análise & Dados e na Revista de Desenvolvimento Econômico – Ed. Especial sobre o Rio São Francisco, os quais se encontram disponíveis na internet, nos links (<http://publicacoes.sei.ba.gov.br/index.php/bahiaanaliseedados/article/view/71>) e (<https://revistas.unifacs.br/index.php/rde/article/view/5382>).

Para participar deste estudo, você não terá nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira.

Pedimos que responda ao questionário abaixo e a mesma pessoa que passou para entregá-lo passará para recolhê-lo em até 03 (três) dias.

Caso queira informações ou esclarecimentos adicionais sobre o estudo em qualquer aspecto basta entrar em contato com o pesquisador Felipe Barroco por e-mail: fbarroco@bmeg.com.br ou por telefone (whatsapp) 71 99967-1342.

Sua participação é voluntária, sendo livre para participar ou recusar-se a participar do estudo a qualquer momento. A recusa em participar não acarretará qualquer prejuízo. Poderá também retirar seu consentimento quanto à sua participação, a qualquer momento no futuro.

Os resultados da pesquisa estarão à sua disposição, quando finalizada. Seu nome ou o material que indique sua participação não será liberado sem a sua permissão. Caso você concorde em participar desta pesquisa, por favor, responda ao questionário e devolva-o a pessoa que vier coletá-lo. Sua identidade será tratada de acordo com os padrões profissionais de sigilo, atendendo às disposições da legislação brasileira, em especial a Resolução Nº 466/12 do Conselho Nacional de Saúde, utilizando-se as informações somente para os fins acadêmicos e científicos aqui especificados.

Muito obrigado pela sua atenção e colaboração.

QUESTIONÁRIO DE CONSUMO ENERGÉTICO

Condomínio () Morada do Salitre () Praia do Rodeadouro

Rua: _____

Número da casa: _____

1. Quantas pessoas moram com você? (Incluindo filhos, irmãos, parentes, amigos)

- () Moro sozinho(a) () 5
 () 2 () 6
 () 3 () 7
 () 4 () 8 ou mais.

2. Houve variação no número de pessoas que moram com você nos últimos 05 anos?

- () Sim. + ____ pessoas. -- ____ pessoas. () Não.

3. A casa onde você mora é?

- () Própria. () Alugada. () Cedida.

4. Somando a sua renda com a renda das pessoas que moram com você, quanto é, aproximadamente, a renda familiar mensal?

- () Nenhuma renda.
 () Apenas o bolsa família e outros auxílios governamentais.
 () Até 1 salário mínimo (até R\$ 954,00).
 () Entre 1 e 2 salários mínimos (de R\$ 954,01 a R\$ 1.980,00).
 () Entre 2 e 3 salários mínimos (de R\$ 1.980,01 a R\$ 2.862,00).
 () Entre 3 e 4 salários mínimos (de R\$ 2.862,01 a R\$ 3.816,00).
 () Entre 4 e 5 salários mínimos (de R\$ 3.816,01 a R\$ 4.770,00).
 () Entre 5 e 6 salários mínimos (de R\$ 4.770,01 a R\$ 5.724,00).
 () Entre 6 e 7 salários mínimos (de R\$ 5.724,01 a R\$ 6.678,00).
 () Entre 7 e 8 salários mínimos (de R\$ 6.678,01 a R\$ 7.632,00).
 () Acima de 8 salários mínimos (acima de R\$ 7.632,01).

5. Você saberia qual é o gasto médio de energia (eletricidade, gás, combustível etc) por mês em sua casa?

- () Sim () Não () Só por cima.

6. Qual é o valor, em média, gasto com energia (eletricidade, gás, combustível etc) da sua residência?

7. Qual o valor, em média, da conta de energia elétrica da sua residência?

8. Qual o valor da última conta de energia elétrica da sua residência?

9. Marque quais destes eletrodomésticos você tem em casa.

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Chuveiro elétrico | <input type="checkbox"/> Micro-ondas |
| <input type="checkbox"/> Televisão | <input type="checkbox"/> Máquina de lavar |
| <input type="checkbox"/> Ar-condicionado | <input type="checkbox"/> Computador |
| <input type="checkbox"/> Geladeira | <input type="checkbox"/> Freezer |

10. Na sua casa, vocês costumam deixar de usar algum ou alguns eletrodomésticos com o objetivo de reduzir o valor da conta de energia? Qual?

11. Se o valor da conta de energia não fosse problema, você e sua família utilizariam com mais frequência algum eletrodoméstico? Qual?

12. A água da chuveiro é esquentada de alguma forma? Qual?

13. Se o valor da conta de energia não fosse problema, você adquiriria algum eletrodoméstico que ainda não possui? Qual?

14. A climatização de sua residência lhe parece adequada? Poderia ser mais confortável com algum eletrodoméstico que ainda não possui? Qual?

15. Qual sua opinião em relação ao Projeto da Brasil Solair/CAIXA (instalação das placas solares nos condomínios)?

Muito Favorável. Favorável. Indiferente. Desfavorável. Muito Desfavorável.

16. Além da renda recebida pelo condomínio e moradores em razão da venda da energia gerada houve algum outro benefício proporcionado pelo Projeto da Brasil Solair / CAIXA (instalação das placas solares)?

17. Em sua opinião, em que o projeto poderia ser melhor?

18. Você acredita que as placas fotovoltaicas (placas solares) instaladas nos telhados influíram na climatização de sua residência?

Esquenta / Emite Calor (). Reduz o Calor (). Ajuda a refrigerar (). É indiferente ().

19. Você acha que teria mais conforto em casa se o valor da conta de energia fosse menor?

() Sim. () Não.

20. Você já evitou ficar em casa por excesso de calor?

() Sim. () Não.

21. Qual o horário de maior consumo de energia elétrica na sua residência?

22. Você teve o fornecimento de energia suspenso alguma vez nos últimos 2 anos?

() Sim. () Não.

23. Na localidade onde você mora, a iluminação pública é satisfatória?

() Sim. () Não.

24. Quanto gasta por mês com gás de cozinha?

25. Quantos botijões de gás você tem em casa?

26. Quanto tempo dura, em média, o gás de cozinha na sua casa?

27. Costuma cozinhar com lenha ou carvão para economizar gás?

28. Você possui carro?

() Sim. () Não.

29. Já deixou de usar o carro ou transporte público para economizar o valor do combustível/passagem?

() Sim. () Não.

30. Quanto gasta por mês, em média, com combustível para o carro?

31. Consegue se locomover satisfatoriamente com o transporte público?

APÊNDICE F – CARTA ENVIADA A ANEEL PELOS MORADORES

48513.026851/2019-00 (VIA 001)

SKT
ASD

Juazeiro/BA, em 05 de janeiro de 2019.

Agência Nacional de Energia Elétrica
 Ilmº. Sr. André Pepitone da Nóbrega (Diretor-Geral)
 Endereço: SGAN 603 módulos I e J – Brasília/DF - CEP: 70830-110 - Brasil

C/C

Ilmº. Sr. Carlos Alberto Calixto Mattar (Superintendente de Regulação dos Serviços de Transmissão)
 Endereço: SGAN 603 módulos I e J – Brasília/DF - CEP: 70830-110 - Brasil

Ilmº. Sr. Daniel Vieira (Especialista em regulação)
 Endereço: SGAN 603 módulos I e J – Brasília/DF - CEP: 70830-110 – Brasil

Brasil Solair Energias Renováveis Comércio e Indústria S.A
 Ilmº. Sr. Fernando Costa (Diretor Presidente)
 Endereço: Rua do Ouvidor, nº 88, 9º andar, Centro – Rio de Janeiro/RJ – CEP: 20040-030 - Brasil

Caixa Econômica Federal (CEF)
 Ilmº. Sr. Nelson Antônio de Souza (Presidente)
 Endereço: SBS, Quadra 5, Lotes 03/05, Edifício Matriz I, 21º andar - Brasília/DF - CEP: 70.070-900 – Brasil

Caixa Econômica Federal (CEF)
 Ilmaº. Sra. Mara Luisa Alvim Motta (Gerente Executiva de Sustentabilidade e Responsabilidade Socioambiental)
 Endereço: Gerência Nacional de Meio Ambiente (GEMEA) – SBS, Quadra 4, Lotes 03/04. - Brasília/DF - CEP: 70.092-900 - Brasil

Ilustres Senhores.

Servimo-nos da presente para solicitar providências e sugerir soluções para o PROJETO DE GERAÇÃO DE ENERGIA SOLAR, implementado pela empresa Brasil Solair em cooperação com o Fundo Socioambiental da Caixa Econômica Federal, nos condomínios Praia do Rodeadouro e Morada do Salitre, ambos do Programa Minha Casa, Minha Vida, em Juazeiro-BA.

Trata-se de projeto piloto de geração de energia solar autorizado pela Resolução ANEEL nº 4.385/2013, que funcionou entre janeiro de 2014 e setembro de 2016, período no qual a comercialização (via PLD) da energia gerada pelas placas solares permitiu que tanto os condomínios como os seus moradores auferissem renda mensal variável, contribuindo para o bem estar de toda a comunidade e para o aumento da renda familiar dos moradores, muitos dos quais não possuem qualquer renda mensal fixa.



DATA: 19.09.2019
 16:50

Frise-se que o projeto previa a venda da totalidade da energia gerada, que seria alienada à distribuidora local (COELBA) via chamada pública ou comercializada no mercado livre. Entretanto, nenhuma das duas opções foram efetivadas pela empresa Brasil Solair e a energia acabou sendo liquidada no mercado de curto prazo pelo Preço de Liquidação de Diferenças – PLD.

Atualmente, o destino do referido projeto é objeto do processo administrativo nº **48500.005435/2012-88**, que se encontra arquivado, tendo o último despacho (de 31 de janeiro de 2017) negado provimento ao pedido de prorrogação da autorização para geração de energia solar fotovoltaica nos condomínios.

Nesse sentido, tendo em vista que o supramencionado despacho alude a inconformidades do projeto piloto com a legislação vigente (notadamente, a REN nº 482/2012 da ANEEL), entendemos por bem expor algumas alternativas viáveis que se coadunam com a legislação.

É necessário frisar que a adequação do Programa às determinações da ANEEL cabia à empresa Brasil Solair e à Caixa Econômica Federal. Entretanto, as adequações não foram realizadas.

A exceção legislativa trazida pela Resolução ANEEL nº 4.385/2013, que autorizou o Programa de Geração de Renda e Energia em Juazeiro/Ba, e os entendimentos conferidos às alterações realizadas em novembro de 2015 no sistema de compensação de energia (*net metering*), disciplinados pela Resolução 482/2012, atualizada pela Resolução 687/2015, apontam para soluções passíveis de responder a questão dos Condomínios de Juazeiro, na medida em que autorizam a constituição de condomínios solares e a possibilidade de se realizar a compensação por meio de consumo remoto.

Estudo recente do advogado e pesquisador Felipe Barroco, doutorando no Programa de Pós-Graduação em Energia e Ambiente da UFBA, vislumbra como alternativas possíveis para a solução da atual situação dos condomínios, dentro do atual marco regulatório, a saber:

- (i) a venda da energia à COELBA, por meio de chamada pública a ser realizada por esta, baseada nos Valores Anuais Específicos de Referência (VRES) da Portaria MME nº 538/2015;
- (ii) a venda dos equipamentos e painéis à terceiro(s), com o arrendamento/aluguel da área (telhado) em que estes se encontram instalados;
- (iii) o arrendamento/aluguel dos equipamentos e painéis a terceiro(s), viabilizando compensação da energia gerada em favor deste(s), mas mantendo a propriedade dos equipamentos pelos condomínios; e
- (iv) a criação de cooperativa conformada pelos moradores dos condomínios e outras pessoas, a exemplo de mutuários de outros condomínios do Minha Casa Minha Vida na região, para compensação dos créditos gerados, por meio do consumo remoto.

Registra-se que, ainda de acordo com o referido estudo, a adaptação das instalações dos condomínios para a compensação da energia gerada de forma individual pelos condôminos.

conforme debatido no processo, não é viável economicamente em razão da necessidade de vultuosos investimentos para tanto, além de não equacionar a questão do excesso de créditos que seriam gerados.

Destaque-se que o maior diferencial do referido Programa é certamente a possibilidade de reduzir a desigualdade social, ao tempo em que se gera renda e energia em localidade economicamente desfavorecida e detentora de grande potencial solar. Tais aspectos, no entendimento do estudo citado, justificam o esforço para se encontrar soluções e ajustes ao modelo, a fim de viabilizar sua replicabilidade em outras localidades.

A fim de dimensionar a necessidade de continuidade do Programa de Geração de Energia, com os seus devidos ajustes, apresentamos a seguir alguns dados sobre a realidade socioeconômica das famílias que residem nos condomínios, colhidos através da aplicação de questionários, utilizados com a proposta de subsidiar estudos sobre pobreza energética naquela comunidade.

Número de integrantes: Das famílias consultadas (amostra de 93), 35% são constituídas por 5 ou mais membros, e 31% possuem 4 membros e 16% aquelas com 2 integrantes.

Renda: A renda familiar mensal de 48% das famílias consultadas é de até 1 salário mínimo (equivalente atualmente a R\$954,00), enquanto 40% as famílias auferem apenas o Bolsa Família ou outros auxílios governamentais.

Gastos com energia: 42% das famílias informaram valores médios de conta de energia entre R\$60 e R\$100, 27% informaram valores médios superiores a R\$100, 25% entre R\$30 e R\$60, e 6% até R\$30.

Conforto e energia: apenas 13% das famílias consultadas afirmam não deixar de usar eletrodomésticos com o objetivo de economizar. Se o custo da energia fosse menor, 30% afirmam que utilizariam com mais frequência o aparelho de ar-condicionado, enquanto 22% usariam mais o ventilador, 12% assistiriam mais televisão, e 13% utilizariam mais o chuveiro elétrico. Apenas 7% das famílias disseram que não utilizariam com mais frequência algum eletrodoméstico se o custo da energia fosse menor.

Além disso, 99% das famílias consultadas acreditam que teriam mais conforto no lar se os custos com energia fossem menores, enquanto 80% afirmaram que já evitaram ficar em casa em razão do excesso de calor.

Em face dos dados auferidos e analisados, acredita-se que religação do sistema fotovoltaico tem potencial para melhorar diretamente a qualidade de vida dos moradores dos condomínios.

Relembre-se também o importante investimento realizados na rede, que fora reforçada para receber os 2,1MWp de painéis fotovoltaicos instalados nas residências.

A par disto, entende que a geração de energia solar, em local de grande potencial de irradiação, baixa renda e escassas oportunidades econômicas deve ser visto não pode ser abandonado, tendo em vista que os painéis podem produzir energia por mais de 20 anos. A viabilização da injeção em rede da energia renovável gerada deve ser reestabelecida para ajudar na mitigação

das mudanças climáticas e redução da desigualdade social que assola grande parte da população dos condomínios.

Por tudo quanto argumentado, solicita-se providências para as usinas UFV.RS.BA.031285-1.01, Sol Moradas Salitre e Rodeadouro, registrada em nome da Brasil Solair Energias Renováveis Comércio e Indústria S.A, cuja religação representa um alento e esperança viva de melhores dias para os moradores dos condomínios Praia do Rodeadouro e Morada do Salitre, a partir da adoção de providencias de acordo com a legislação vigente, nos termos apresentados anteriormente.

Por fim, solicita que a resposta ao presente ofício seja direcionada à Rua Marechal Floreano, nº 482, Casa 02 - BM&G ADV. Canela, 40.110-010, Salvador – Bahia, em atenção a Felipe Barroco Fontes Cunha.

Atenciosamente,



FELIPE BARROCO FONTES CUNHA
OAB 28.274

Endossam a presente os moradores:

Guimarda Milton Alves CPF/MF: 09713290503

Maria do Socorro de Oliveira CPF/MF: 483507535-87

Edilene Seuzado Silva CPF/MF: 053458504-32

Fabiane Araújo de Sinc CPF/MF: 902999065-15

Ademir P. da Silva CPF/MF: 11257403885

Geane Santana Alves CPF/MF: 034190835-56

Wendee Lucena CPF/MF: _____

Márcia Cintia R. da Silva CPF/MF: _____

•
•

Filomena de G. Ferreira CPF/MF: _____
Francisco Ferreres Lima CPF/MF: _____

CPF/MF: _____

CPF/MF: _____

CPF/MF: _____

CPF/MF: _____

CPF/MF: _____

CPF/MF: _____

CPF/MF: _____

CPF/MF: _____

CPF/MF: _____

CPF/MF: _____

CPF/MF: _____

APÊNDICE G - AVALIAÇÃO DE IMPACTO REGULATÓRIO REALIZADA

ANÁLISE DE IMPACTO REGULATÓRIO	
Data:	1ª Versão: Fevereiro de 2019. Última atualização: Abril /2021
Título da Regulação:	Instituto da Chamada Pública - Art. 15 do Decreto Lei n. 5.163/2004
1. Identificação. Qual é o problema que se quer resolver? Qual é o público-alvo?	
1.1. Descrever a natureza e a extensão do problema.	O Instituto da Chamada Pública (ICP) é o primeiro mecanismo de incentivo específico à geração distribuída (GD) criado pela legislação brasileira, através do qual se permite que os agentes de distribuição atendam até 10% da carga com GD contratada diretamente por estes, via o referido instrumento. Entretanto, apesar de criado em 2004, praticamente não foi utilizado até a presente data.
1.2. Qual é a base legal que deve ser alterada para agir sobre o problema identificado.	O Decreto Lei n. 5.163/2004, em especial seu art. 15, § 4º, que determina: " <i>As eventuais reduções de custos de aquisição de energia elétrica referida no § 3o deverão ser consideradas no repasse às tarifas dos consumidores finais com vistas a modicidade tarifária, vedado o repasse de custos adicionais.</i> "
1.3. Identificar os principais grupos afetados pelo problema.	O grupo diretamente afetado é constituído pelas concessionárias de distribuição de energia elétrica.
1.4. Estabelecer as causas e indutores do problema.	A não utilização do instrumento decorre principalmente de dois fatores: i) às tarifas são limitadas por um Valor Anual de Referência (VR) que era muito baixo, em razão da metodologia de cálculo estabelecida e que atualmente é atualizada por decreto, periodicamente; ii) entende-se que o fator principal é o § 4º do Art. 15 determina a impossibilidade de obtenção pela concessionária de qualquer benefício obtido por meio da contratação com o mecanismo, além de limitar o repasse de eventuais prejuízos.
1.5. Qual a evolução esperada do problema no futuro caso nada seja feito?	A tendência é a perpetuação da situação, que implica na não utilização do instrumento da ICP. Tal fato, implica na continuidade da inserção da GD no sistema elétrico brasileiro unicamente através do Sistema de Compensação, o qual não permite uma coordenação a nível de localização na rede de distribuição e além de promover a utilização do sistema elétrico como armazenamento virtual da energia.

2. Justificativas para a intervenção:
2.1. Por que a intervenção é necessária?
Existe uma questão relevante na regulamentação do instrumento que bloqueia a sua utilização e a criação de alternativas mais eficientes para a inserção da GD no setor elétrico é fundamental para a promoção da transição energética no país.
2.2. Existem outras formas de intervenção que não a implementação de nova regulamentação?
A reforma do instituto é indispensável, em razão da opção legislativa adotada no § 4º do art. 15, conforme detalhado nos itens 1.2. e 1.4.
3. Objetivos perseguidos:
3.1. Quais são os objetivos e os efeitos esperados com a regulamentação?
O objetivo é a disponibilização de uma alternativa efetiva para a inserção da geração distribuída na matrix elétrica brasileira a partir da ação das concessionárias de distribuição, tem em vista a possibilidade de ganhos sistêmicos com a coordenação.
3.2. Qual é o prazo para a implantação do regulamento?
Considerando que os institutos encontram-se regulados por Decreto, seria auspicioso que a alteração fosse adotada juntamente com a próxima atualização dos Valores Anuais Específicos de Referência (VERS) destinados à contratação da geração distribuída, por meio do Instituto da Chamada Pública, a fim de conferir efetividade ao referido instituto.
4. Opções consideradas:
4.1. Quais as alternativas para solução do problema foram consideradas? Justificar a opção escolhida, inclusive a de não regular.
Foram consideradas outras opções para a inserção da GD, em especial vinculadas ao Sistema de Compensação de Energia e a Tarifa de Entrada, entretanto, nenhum dos casos comporta uma atuação coordenada e a participação da concessionária como protagonista do processo de inserção, sendo, portanto, incapazes de promover benefícios à rede equivalentes ao ICP. Além disso, entende-se que a mudança de cálculo no valor de referência ocorrida em 2015 e 2018, não foi suficiente para dar atratividade necessária ao instituto, em razão da questão detalhada nos itens 1.2. e 1.4. Tendo em vista que existe uma barreira legal, criada pelo § 4º do Art. 15, a questão só poderia ser equacionada com uma alteração legislativa no instituto.

APÊNDICE H - LISTA DE ARTIGOS CIENTÍFICOS PUBLICADOS DURANTE O PERCURSO DO DOUTORAMENTO

1. REVISTA BAHIA ANÁLISE E DADOS – ESPECIAL ENERGIAS RENOVÁVEIS (QUALIS B)

GERAÇÃO DE RENDA E ENERGIA EM JUAZEIRO/BA: CONTRIBUIÇÕES DA RESOLUÇÃO ANEEL Nº 4.385/2013 PARA INSERÇÃO DA ENERGIA SOLAR NA MATRIZ ELÉTRICA BRASILEIRA

*Felipe Barroco Fontes Cunha
Prof. Dr. Ednildo Andrade Torres
Prof. Dr. Marcelo Santana Silva*

Resumo:

O presente trabalho visa analisar o programa autorizado pela Resolução ANEEL n. 4.385/2013 para, a partir deste, propor alterações regulatórias no setor elétrico que possam viabilizar a adequada inserção da energia solar, via geração distribuída, na matriz elétrica brasileira. A metodologia é aplicada, qualitativa, descritiva e exploratória, com o estudo de caso do Programa de Geração de Renda e Energia em Juazeiro/BA. Para realizar as análises dos dados coletados, utilizou-se dos métodos da jurimetria e triangulação. Nos resultados, conclui-se pela necessidade de reforma do setor, com a adoção da eficiência energética como pilar de sustentação. A regulação por meio de normas jurídicas de maior hierarquia, a reformulação das tarifas de eletricidade e o aperfeiçoamento da gestão da demanda também são entendidos como passos importantes para garantir a adequada inserção da fonte solar.

PALAVRAS-CHAVE: Energia Renovável. Energia Solar. Geração Distribuída. Resolução ANEEL n. 4.385/2013. Compensação de Energia.

CUNHA, F. B. F., TORRES, E. A., e SILVA, M. S. Geração de renda e energia em Juazeiro/Ba: contribuições da Resolução ANEEL nº 4.385/2013 para inserção da energia solar na matriz elétrica brasileira. **Revista Bahia Análise e Dados**, Salvador, v.27, n.1, p. 70-98, jan./jun. 2017. Disponível em: <http://publicacoes.sei.ba.gov.br/index.php/bahiaanaliseedados/article/view/71>

2. REVISTA DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO, EDIÇÃO ESPECIAL SOBRE O RIO SÃO FRANCISCO (QUALIS B)

ENERGIA SOLAR EM JUAZEIRO/BAHIA: ROTAS E ALTERNATIVAS PARA OS CONDOMÍNIOS PRAIA DO RODEADOURO E MORADA DO SALITRE

Felipe Barroco Fontes Cunha, Prof. Maria Cândida Arrais de Miranda Mousinho, Prof. Dr. Ednildo Andrade Torres, Prof. Dr. Marcelo Santana Silva, Prof. Dr. Celso Luiz Braga de Castro

Resumo:

O presente trabalho visa analisar o programa autorizado pela Resolução ANEEL n. 4.385/2013 e a regulação nacional, em especial à afeta a geração distribuída, para propor rotas e alternativas que possam viabilizar a reconexão dos Condomínios Praia do Rodeadouro e Morada do Salitre à rede elétrica da concessionária COELBA e a fruição de benefícios com os equipamentos recebidos por meio do Programa de Geração de Renda e Energia, implantado pela Caixa Econômica Federal em parceria com a Empresa Brasil Solair, visto que tal programa figurou como extremamente relevante para a inserção da energia solar, via geração distribuída, na matriz elétrica brasileira. A metodologia é aplicada, qualitativa, descritiva e exploratória, com o estudo de caso do Programa de Geração de Renda e Energia em Juazeiro/BA. Para realizar a coleta dos dados utilizou-se as técnicas da pesquisa bibliográfica e documental. Recorreu-se também a entrevista de atores chaves para compreensão da questão. Para análise dos dados coletados, utilizou-se o método da triangulação. Nos resultados, são expostos e analisados 5 oportunidades diferentes para os condomínios, a exemplo venda direta da energia para a COELBA, arrendamento dos telhados e equipamentos ou formação de cooperativa com outros beneficiários do Programa Minha Casa Minha Vida, para compensação remota da energia. Nas conclusões entende-se pela necessidade de reforma do setor, com a adoção dos princípios de eficiência energética, resiliência e do desenvolvimento socioambiental sustentável como pilares de sustentação, buscando prevenir que situações como aqui estudada voltem a se repetir.

PALAVRAS-CHAVE: Energia Renovável. Energia Solar. Geração Distribuída. Resolução ANEEL n. 4.385/2013. Juazeiro/Bahia.

CUNHA, F. B. F., MOUSINHO, M. C. A. M., TORRES, E. A., SILVA, M. S, CASTRO, C. L. B.. Energia Solar Em Juazeiro/Bahia: Rotas E Alternativas Para Os Condomínios Praia Do Rodeadouro E Morada Do Salitre. **RDE-Revista de Desenvolvimento Econômico**, 2017. Disponível em: <https://revistas.unifacs.br/index.php/rde/article/view/5382>

3. ENERGY PROCEDIA (QUALIS B)

SOLAR PHOTOVOLTAIC DISTRIBUTED GENERATION IN BRAZIL: THE CASE OF RESOLUTION 482/2012

*Márcia Andréa Rosas Luna; Felipe Barroco Fontes Cunha; Maria Cândida Arrais de Miranda Mousinho;
Ednildo Andrade Torres*

Resumo:

The current electric generation in Brazil to meet its demand is based on centralized electricity generation, however, a new decentralized model is emerging in light of the recent advance of distributed generation (DG), among them, solar photovoltaic DG. The objective of this article is to present an analysis of the evolution of solar photovoltaic DG in Brazil, after the Normative Resolution (NR) No. 482/2012 of the National Electric Energy Agency (*Agência Nacional de Energia Elétrica* - ANEEL). The methodology used was based on an exploratory, descriptive and bibliographic study that supported an information analysis on the growth and prospects of solar photovoltaic DG market in Brazil. Hypotheses that current national regulations need improvements, and there is a great potential for expansion to solar photovoltaic DG have been taken as a starting point. Analyzes of the Brazilian socioeconomic context and the impacts after the NR No.482/2012 on the development of a national market for photovoltaic DG in recent years were carried out. ANEEL regulations have been periodically revised and updated in an attempt to induce a growth of solar photovoltaic market in Brazil. The results indicate a growth of solar photovoltaic DG in the country since 2012, with a significant increase in 2015. In conclusion, despite the growing evolution of solar photovoltaic DG in Brazil, there is a need for further regulatory improvements to boost this market. In addition, this article proposes that existing regulations could be improved in order to: a) reduce or exempt taxes on equipment of solar photovoltaic DG, as well as provide government incentives; (b) enable consumers to enjoy greater benefits by allowing the surplus energy to be sold to the distributor or the free market; c) exempt taxes for non-profit institutions, and d) include in housing programs and projects, the requirement of energy efficiency and solar photovoltaic DG.

PALAVRAS-CHAVE: Distributed Generation; Brazil; Solar Photovoltaic; Regulation; Normative Resolution ANEEL 482/2012.

LUNA, M. A. R., CUNHA, F. B. F., MOUSINHO, M. C. A. de M., TORRES, E. A.. Solar Photovoltaic Distributed Generation in Brazil: The Case of Resolution 482/2012. **Energy Procedia**, 159, 484-490, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2018.12.036>

4. ENVIRONMENT, DEVELOPMENT AND SUSTAINABILITY (QUALIS B)

RENEWABLE ENERGY PLANNING POLICY FOR THE REDUCTION OF POVERTY IN BRAZIL: LESSONS FROM JUAZEIRO

Felipe Barroco Fontes Cunha, Prof. Dra. Maria Candida Mousinho, Luciana Carvalho, Fábio Fernandes, Prof. Dr. Celso Castro, Prof. Dr. Marcelo Silva and Prof. Dr. Ednildo Andrade Torres

Resumo:

The present work analyzes the Income and Energy Generation Program, authorized by the Brazilian National Energy Agency and implemented by Caixa Econômica Federal and Brasil Solair in two condominiums of popular housing. The method used is qualitative, applied, descriptive and exploratory. An extensive literature review was conducted as well as 18 interviews with specialists, agents from the electricity sector and representatives of the condominiums. Questionnaires were distributed to all residents to understand the energy consumption habits in the condominiums and the situation experienced throughout the program execution. For the data analysis, the triangulation method was used. In the results, the situation of the residents and five different opportunities to adapt the renewable energy system of the condominiums to current legislation are highlighted and analyzed. These include the rental of roofs and equipment or building a cooperative with other beneficiaries of social housing programs for remote energy compensation. In conclusion, the project could be improved to better fulfill the needs of the condominiums and their inhabitants, guaranteeing better use of investment in renewable energy and improving programs to alleviate poverty in Brazil.

PALAVRAS-CHAVE: Renewable Energy; Distributed Generation; Energy Policy; Poverty; Resolution ANEEL n. 4.385/2013.

CUNHA, F. B. F., MOUSINHO, M. C. A. M., CARVALHO, L., FERNANDES, F., CASTRO, C., SILVA, M. S., TORRES, E. A. Renewable energy planning policy for the reduction of poverty in Brazil: lessons from Juazeiro. **Environment, Development and Sustainability**, p. 1-19, 2020. <https://doi.org/10.1007/s10668-020-00857-0>

5. REVISTA GEINTEC: GESTÃO, INOVAÇÃO E TECNOLOGIAS (QUALIS B)

POLÍTICAS PÚBLICAS BRASILEIRAS DE FOMENTO AO SETOR DE ENERGIA FOTOVOLTAICA COM FOCO EM INOVAÇÃO TECNOLÓGICA NO ESTADO DA BAHIA

Joao Alexandre Brito de Jesus, Marcelo Santana Silva, Jerisnaldo Matos Lopes, Felipe Barroco Fontes Cunha, Marcio Luis Valença Araújo

Resumo:

O Brasil é um país com taxas elevadas de irradiação solar sendo que algumas regiões do país, possuem características geográficas ainda mais favoráveis para produção deste tipo de energia, representando 3% do total da sua matriz elétrica. Assim, esta pesquisa tem como objetivo mapear quais são as principais políticas públicas nacionais e estaduais relacionadas ao setor de energias limpas e renováveis que abarcam o segmento de energia solar fotovoltaica a fim de traçar um paralelo com as políticas de ciência, tecnologia e inovação, e como estas favorecem a inovação do setor no Estado da Bahia. Foi utilizada a abordagem qualitativa, com caráter exploratório para analisar e mapear as políticas públicas, através de pesquisa bibliográfica e documental utilizando as bases Web of Science, Scielo e Scopus no período entre 2000 e 2020. Como resultado, foi proposto um modelo de análise das políticas públicas separando-as em mecanismos técnicos e mecanismos financeiros, através destes instrumentos foi apresentado um panorama do setor fotovoltaico na Bahia.

PALAVRAS-CHAVE: políticas públicas, energia fotovoltaica, inovação tecnológica, Estado da Bahia.

J. A. B., JESUS ; INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA BAHIA - IFBA ; M. S., SILVA ; J. M., LOPES ; F. B. F., CUNHA ; M. L. V., ARAÚJO . Brazilian Public Policies to Promote the Photovoltaic Energy Sector with a Focus on Technological Innovation in the State of Bahia. **REVISTA GEINTEC: GESTÃO, INOVAÇÃO E TECNOLOGIAS**, v. 11, p. 5760-5772, 2021. <https://doi.org/10.7198/geintec.v11i1.1492>

ENERGY RESEARCH AND SOCIAL SCIENCE (QUALIS A)**TRANSITIONING TO A LOW CARBON SOCIETY THROUGH ENERGY COMMUNITIES: LESSONS
LEARNED FROM BRAZIL AND ITALY**

*Felipe Barroco Fontes Cunha, Claudia Carani, Carlo Alberto Nucci, Celso Castro,
Marcelo Santana Silva, Ednildo Andrade Torres*

Resumo:

New legal arrangements for the aggregation of distributed generation and demand are required for the future electricity grid so as to increase flexibility, resilience, citizens' participation and also alleviate energy poverty. To promote the transitioning to a low carbon society, countries are reforming their legal framework to enable broad civic engagement in the energy markets. This work analyses the process of reform of the legal framework of the electric sector with focus on energy communities, using two study cases, one in Brazil and another in Italy. The research performed is applied, qualitative, descriptive and exploratory. The work uses multiple research methods, blending case studies, semi-structured interviews and a systematic literature review for data collection and the functional method of comparative law, discourse analysis and triangulation for data analysis. The findings suggest greater consideration of the energy poverty nexus in the policy design of the electricity sector and they also reveal the important role of specialized technical bodies and governmental institutions for the take-off and success of an energy community endeavour, highlighting crucial aspects for an energy transition aligned with the Paris Agreement and the goals of Agenda 2030.

PALAVRAS-CHAVE: Energy Transition; Energy Communities; Legal Framework of the Electricity Sector; Energy Democracy; Clean Energy Package; Energy Poverty.

CUNHA, F. B. F., CARANI, C., NUCCI, C. A., CASTRO, C., SILVA, M. S., TORRES, E. A. Transitioning to a low carbon society through energy communities: Lessons learned from Brazil and Italy. **Energy Research e Social Science**, v. 75, p. 101994, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2021.101994>

APÊNDICE I - LISTA DE TRABALHOS COMPLETOS PUBLICADOS EM ANAIS DE CONGRESSOS DURANTE O PERCURSO DO DOUTORAMENTO



16|17 May 2019

**4th International Conference on Energy and Environment:
bringing together Engineering and Economics**

1. **CUNHA, F. B. F.**; MOUSINHO, M. C. A. M. ; CARVALHO, L. M. ; FERNANDES, F. M.; SCARAMUSSA JUNIOR, M. ; TORRES, E. A. ; SILVA, M. S. ; CASTRO, C. L. B. . ENERGY PLANNING POLICY FOR THE REDUCTION OF POVERTY IN BRAZIL: THE CASE OF THE CONDOMINIUMS PRAIA DO RODEADOURO AND MORADA DO SALITRE. In: 4th International Conference on Energy and Environment: bringing together Engineering and Economics, 2019, Guimarães, Portugal. Proceedings of the **4th International Conference on Energy e Environment: bringing together Engineering and Economics**. Guimarães, Portugal: University of Minho, 2019. p. 521-521.
2. SCARAMUSSA JUNIOR, M. ; **CUNHA, F. B. F.** ; SANTOS, J. A. F. A. ; SILVA, J. ; TORRES, E. A. ; SILVA, M. S. . COGENERATION SYSTEMS USING INTERNAL COMBUSTION ENGINES AND ABSORPTION CHILLERS. In: 4th International Conference on Energy and Environment: bringing together Engineering and Economics, 2019, Guimarães, Portugal. Proceedings of the **4th International Conference on Energy e Environment: bringing together Engineering and Economics**. Guimarães, Portugal: University of Minho, 2019. p. 495-501.
3. MARTINS, L. O. S. ; CARNEIRO, R. A. F. ; IACOVIDOU, E. ; FREIRES, F. G. M. ; TORRES, E. A. ; SILVA, M. S. ; FERNANDES, F. M. ; **CUNHA, F. B. F.** . SUPPLY CHAIN MANAGEMENT OF BIOMASS FOR ENERGY GENERATION: A CRITICAL ANALYSIS OF MAIN TRENDS. In: 4th International Conference on Energy and Environment: bringing together Engineering and Economics, 2019, Guimarães, Portugal. Proceedings of the **4th International Conference on Energy e Environment: bringing together Engineering and Economics**. Guimarães, Portugal: University of Minho, 2019. p. 688-793.
4. FERNANDES, F. M. ; FREIRES, F. G. M. ; SILVA, M. S. ; MOUSINHO, M. C. A. M.; **CUNHA, F. B. F.** ; MARTINS, L. O. S. . BIODIESEL, FAMILY AGRICULTURE AND COMPETITIVENESS: THE CASE OF THE PRODUCTION NUCLEUS OF SERRA DO RAMALHO (BRAZIL). In: 4th International Conference on Energy and Environment: bringing together Engineering and Economics, 2019, Guimarães. Proceedings of the **4th International Conference on Energy e Environment: bringing together Engineering and Economics**. Guimarães, Portugal: University of Minho, 2019. p. 659-665.



5. **CUNHA, F. B. F.**; JONG, P. ; SCARAMUSSA JUNIOR, M. ; TORRES, E. A. ; SILVA, M. S. . A REFORMA DO SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO E A GERAÇÃO DISTRIBUÍDA: ANÁLISE CRÍTICA DAS PROPOSTAS APRESENTADAS NAS CONSULTAS PÚBLICAS MME N. 32 E 33/2017. In: X Congresso Nacional de Engenharia Mecânica, 2018, Salvador. ANAIS do **X Congresso Nacional de Engenharia Mecânica**, 2018.

6. JONG, P. ; **CUNHA, F. B. F.** ; SILVA, E. T. ; CUSA, Y. G. ; SANTOS, J. A. F. A. ; TORRES, E. A. . DEMAND-SIDE MANAGEMENT, EXTENDED TRANSMISSION OR STORAGE FOR SURPLUS WIND ENERGY IN THE NORTHEAST REGION?. In: X Congresso Nacional de Engenharia Mecânica, 2018, Salvador. ANAIS do **X Congresso Nacional de Engenharia Mecânica**, 2018.

7. SCARAMUSSA JUNIOR, M. ; SILVA, J. ; TORRES, E. A. ; **CUNHA, F. B. F.** . Análise de Viabilidade Técnica de Sistemas de Cogeração de Energia para Supermercados. In: X Congresso Nacional de Engenharia Mecânica, 2018, Salvador. ANAIS do **X Congresso Nacional de Engenharia Mecânica**, 2018.



8. **CUNHA, F. B. F.**; JONG, P. ; SILVA, M. S. ; TORRES, E. A. . A Energia Fotovoltaica Distribuída à Luz da Reforma do Marco Legal do Setor Elétrico Brasileiro. In: XI Congresso Brasileiro de Planejamento Energético, 2018, Cuiabá - Mato Grosso. Anais do **XI Congresso Brasileiro de Planejamento Energético**, 2018.



9. **CUNHA, F. B. F.**; SANTOS, J. A. F. A. ; LUNA, M. A. R. ; SILVA, M. S. ; TORRES, E. A. . GERAÇÃO DE RENDA E ENERGIA EM JUAZEIRO/BAHIA: CONTRIBUIÇÕES DA RESOLUÇÃO ANEEL Nº 4.385/2013 PARA INSERÇÃO DA ENERGIA SOLAR NA

MATRIZ BRASILEIRA. In: X CONGRESSO BRASILEIRO DE REGULAÇÃO, 2017, Florianópolis. ANAIS do **X Congresso Brasileiro de Regulação**, 2017. v. 1. p. 1-1597.

10. SANTOS, J. A. F. A. ; LUNA, M. A. R. ; **CUNHA, F. B. F.** ; SILVA, M. S. ; TORRES, E. A. . GERAÇÃO DISTRIBUÍDA NO BRASIL: ANÁLISE DE SUA EVOLUÇÃO E ASPECTOS REGULATÓRIOS. In: X CONGRESSO BRASILEIRO DE REGULAÇÃO, 2017, Florianópolis. ANAIS do **X Congresso Brasileiro De Regulação**, 2017. v. 1. p. 1-1594.

11. SILVA, M. S. ; FERNANDES, F. M. ; TORRES, E. A. ; **CUNHA, F. B. F.** ; SANTOS, J. A. F. A. . MARCO REGULATÓRIO DO BIODIESEL NO BRASIL: BARREIRAS INSTITUCIONAIS PARA A COMPETIVIDADE. In: X Congresso Brasileiro de Regulação, 2017, Florianópolis. ANAIS do **X Congresso Brasileiro de Regulação**, 2017. v. 1. p. 1-1594.

APÊNDICE J - LISTA DE RESUMOS PUBLICADOS EM ANAIS DE CONGRESSOS DURANTE O PERCURSO DO DOUTORAMENTO

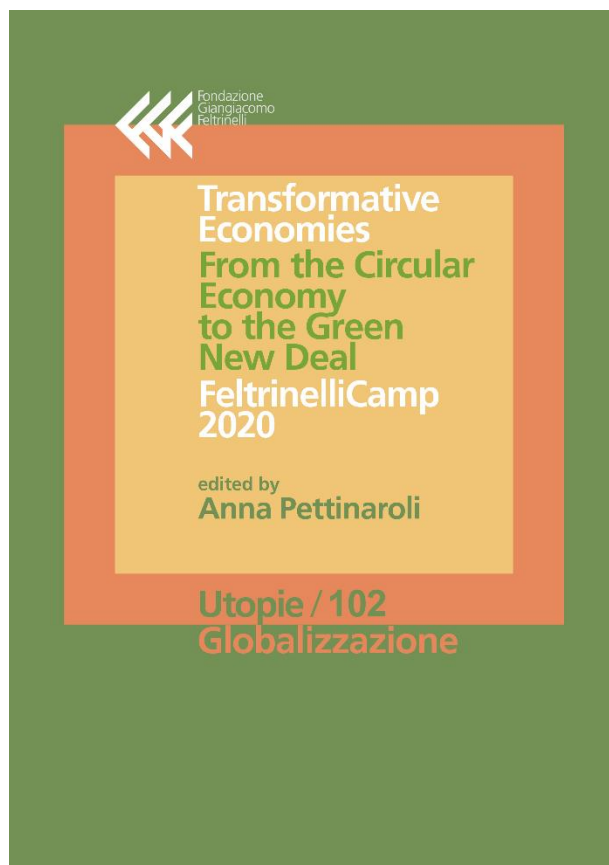


1. [CUNHA, F. B. F.](#); FERNANDES, F. M. ; SANTOS, J. A. F. A. ; JONG, P. ; TORRES, E. A. ; SILVA, M. S. . Accomplishing the Nationally Determined Contributions in Brazil: the efforts of the Brazilian electrical sector in the implementation of the Paris Agreement. In: **14th Conference on Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems - SDEWES, 2019, Dubrovnik**. 14th Conference on Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems - Book of Abstracts. Zagreb: University of Zagreb, 2019. v. 1. p. 360-360.

2. SANTOS, J. A. F. A. ; [CUNHA, F. B. F.](#) ; LUNA, M. A. R. ; TORRES, E. A. ; MOUSINHO, M. C. A. M. . Evolution, Opportunities and Risks of Distributed Generation in Brazil. In: **14th Conference on Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems - SDEWES, 2019, Dubrovnik**. 14th Conference on Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems - Book of Abstracts. Zagreb: University of Zagreb, 2019. v. 1. p. 622-622.

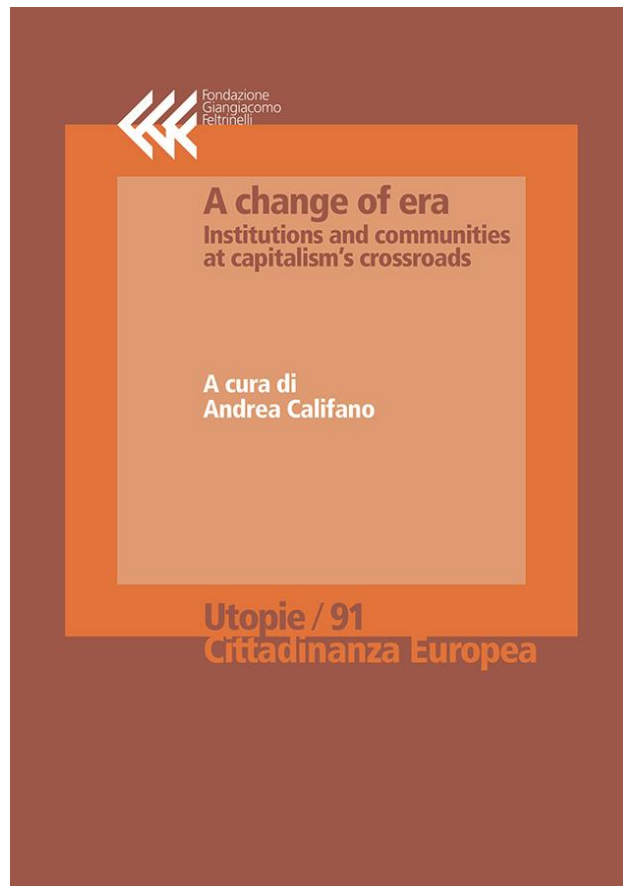


APÊNDICE L - LISTA DE CAPÍTULOS DE LIVROS PUBLICADOS DURANTE O PERCURSO DO DOUTORAMENTO



1. ROSSETTI, M. ; POTENZA, V. ; MENENDEZ, J. ; PASQUI, L. ; PELTOLA, M. ; SALA, G. ; CUNHA, F. B. F. ; BENETTI, R. ; BIANCHI, S. ; CASABURI, V. ; FRANCESCHETTO, S. ; MICELI, D. ; STORI, M. ; VENTURINI, F. . Report Working Group 4: Sustainability-Related Jobs and New Skills. In: Anna Pettinaroli. (Org.). Transformative Economies: From the Circular Economy to the Green New Deal. 1ed. Milão: Fondazione Giangiacomo Feltrinelli, 2020, v. 1, p. 74-81.

Disponível em: <https://fondazionefeltrinelli.it/schede/transformative-economies-from-the-circular-economy-to-the-green-new-deal/>



2. ANTONUCCI, G. ; SPAGNUOLO, F. ; ANDALORO, A. ; CASTELLANI, B. ; **CUNHA, F. B. F.** ; CAVALLI, L. ; LEUCCI, F. ; LIZZI, G. ; LUPI, V. ; MANZONI, A. ; MARTINELLI, E. ; MARTINEZ, M. ; NOIA, E. ; QUADROS, V. P. ; RAO, R. . The socio-economic value of natural capital: implications for social justice. In: Andrea Califano. (Org.). A Change of Era: Institutions and Communities at Capitalism's Crossroads. 1ed.Milan, Italy: Fondazione Giangiacomo Feltrinelli, 2019, v. 1, p. 107-110.

Disponível em: <https://fondazionefeltrinelli.it/schede/a-change-of-era/>

APÊNDICE M - LISTA DE ARTIGOS NO PRELO DE REVISTAS CIENTÍFICAS

1. JOURNAL OF URBAN ECOLOGY

IMPLEMENTING THE ENERGY TRANSITION AND SDGs TARGETS THROUGHOUT ENERGY COMMUNITIES SCHEMES

Francesca Cappellaro, Gianluca D'Agosta, Piero De Sabbata, Felipe Barroco Fontes Cunha, Claudia Carani, Alberto Borghetti, Luca Lambertini, Carlo Alberto Nucci

Resumo/Abstract:

Citizens are expected to play a great role in the future global energy transition, being able to give a decisive contribution in order to limit global warming to 1.5 degrees and avoid worst consequences. Empowering citizens is crucial and assigning them the role of prosumers in the new energy market seems necessary to ensure a sustainable and fair pathway to low-carbon energy transition. Creating energy communities can engage citizens providing flexibility and ancillary services, reducing losses and curtailments in the grid. It also yields environmental and social benefits, activating virtuous circles in the local economy aligned with the SDG targets of Agenda 2030. Our purpose is to analyze the experience of an energy community implementation, using GECCO, Green Energy COmmunity project, as a case study. In particular, the in-depth qualitative analysis of the project, currently ongoing, from a social and technical perspective is provided. The GECCO Project is active on the districts of Pilastro and Roveri, Bologna, Italy, and is being implemented by a consortium that includes the Energy and Sustainable Development Agency (AESS), the National Agency for New Technologies, Energy and Sustainable Economic Development (ENEA) and the University of Bologna (UniBo). Our findings show the potential interconnections among the development of an energy communities and SDGs, especially goals 7, 11, 12 and 13. Placing energy communities and prosumers at the centre of the international debate may deliver a more sustainable paradigm in the energy sector, in line with the climate change needs and community approaches.

PALAVRAS-CHAVE: Citizen Energy Community, Renewable Energy Community, Energy transition, SDGs.

APÊNDICE N - LISTA DE ARTIGOS APROVADOS PARA APRESENTAÇÃO EM CONGRESSOS INTERNACIONAIS

1. 16TH CONFERENCE ON SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF ENERGY, WATER AND ENVIRONMENT SYSTEMS (SDEWES2021)

DISTRIBUTED GENERATION AND SOLAR PHOTOVOLTAIC ENERGY: THE CASE OF BRAZIL

José Alexandre F. de A. Santos; Márcia A. R. Luna; Felipe B. F. Cunha; Ednildo A. Torres; Maria C. A. de M. Mousinho; Marcelo S. Santana

Resumo/Abstract:

Electricity generation worldwide is still based on large plants located far away from consumer centers. However, a new the distributed generation (DG) model is emerging in several countries, where the consumer produces his own energy (prosumer) near at the point of consumption which gives autonomy, flexibility and freedom to the users of the electricity sector. In Brazil, the DG has gained notoriety and has been expanding significantly in recent years. Photovoltaic solar is the DG technology predominantly used in Brazil, thus which contributes to avoid GEE emissions. However, this also generated a divergence of interests between energy consumers and energy distributors. In this context, the main objectives of this paper are to present the evolution of DG in Brazil and your current legislation; and make a critical synthesis the DG legal framework, its scenarios, opportunities and risks in the DG market. The methodology adopted was an exploratory research and an analysis of the Brazilian DG information and the regulatory framework. The results obtained showed: the growth of the DG market in Brazil; the divergence of interests between energy distribution companies; and prosumers and the existence of six scenarios for DG which in five of them the current benefits of the prosumers will be reduced.

PALAVRAS-CHAVE: Distributed Generation. Prosumers. Photovoltaic Energy. Regulatory Framework. Opportunities and Risks. Brazil.

APÊNDICE O - CONTRIBUIÇÃO APRESENTADA À CONSULTA PÚBLICA DO MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA N. 33/2017



Cidade do Salvador/BA, em 17 de agosto de 2017.

Ao Sr. Superintendente da Secretaria-Executiva/Assessoria Especial em Assuntos Regulatórios

ASSUNTO: CONTRIBUIÇÕES PARA A CONSULTA PÚBLICA 33/2017 - APRIMORAMENTO DO MARCO LEGAL DO SETOR ELÉTRICO

Prezados Senhor,

O Programa de Pós-Graduação em Energia e Ambiente (PGEEnAm) da Universidade Federal da Bahia – UFBA, por meio do CIENAM - Centro Interdisciplinar de Energia e Ambiente, vem apresentar suas contribuições à Consulta Pública 033/2017, relativa as propostas de aprimoramentos apresentadas pelo Ministério de Minas e Energia - MME para o Setor Elétrico Brasileiro – SEB.

**PROPOSTA DE APRIMORAMENTO DO MARCO LEGAL DO SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO:
SUGESTÕES À NOTA TÉCNICA MME 05/2017**

*Felipe Barroco Fontes Cunha⁵⁸
Prof. Dr. Ednildo Andrade Torres⁵⁹
Prof. Dr. Marcelo Santana Silva⁶⁰*

1. INTRODUÇÃO

⁵⁸Advogado, Bolsista CAPES/CNPq, Doutorando em Energia e Ambiente pelo PGEEnAm/UFBA, fbarroco@bmeg.com.br

⁵⁹ Pós-Doutor pela Florida AeM University, FAMU, Estados Unidos, Professor Titular da UFBA/Escola Politécnica/LEN/CIENAM/INCT-EA, ednildotorres@gmail.com

⁶⁰Pós-Doutorando em Engenharia Industrial -PDJ-CNPq (PEI/UFBA), Professor Permanente do Mestrado em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para Inovação (PROFNIT/UFBA), Professor Participante das Pós-Graduações em Engenharia Industrial e em Energia e Ambiente (UFBA), profmarceloifba@gmail.com

O modelo atual do setor elétrico encontra-se exaurido e não apresenta mais condições de seguir atendendo a demanda de energia no futuro (KIRCHNER, 2015, p. 94/101). Assim como aconteceu após o apagão de 2001, faz-se necessária a emergência de um outro modelo setorial, calcado em um novo paradigma para o sistema elétrico brasileiro, que venha fundar-se na racionalidade ambiental (LEFF, 2006) e no desenvolvimento socioambiental sustentável; que seja calcado na eficiência energética e resiliência, que possa viabilizar a aceleração do processo de superação do atual mercado cativo, mediante a atribuição da relevância necessária à geração solar distribuída, acomodando adequadamente sua expansão da matriz elétrica nacional (PAPAEFTHYMIU e DRAGOON, 2016, pp. 80-81).

É preciso reconhecer também que o mercado, por si só, é incapaz de garantir a efetivação dos princípios de justiça social e sustentabilidade (MATA, CAVALCANTI, 2002, p. 179). É necessário, portanto, que o planejamento do setor elétrico e o ordenamento nacional passem a buscar a consecução ativa de tais valores, mediante a desconcentração da utilização do bem comum energia solar, a fim de que tal recurso natural possa ser utilizado de forma *custo-efetiva*, compartilhado entre o maior número de pessoas possíveis, provendo energia e promovendo a distribuição de renda no médio e longo prazo (OSTROM, 1990, p. 1/23).

Casas e condomínios solares devem se tornar verdadeiros prossumidores, buscando a otimização do investimento e seu retorno, mediante a injeção e venda do excedente para rede, evitando a construção de novas usinas de geração centralizada, em especial as de maior impacto ambiental, reduzindo as perdas sistêmicas e desafogando as linhas de transmissão (LOVINS, 2012; FÜCKS, 2015; ANEEL, 2012).

A realidade mostra que é preciso acelerar a transformação das distribuidoras em empresa fio, gestoras de serviços e demanda elétrica, e dos consumidores em prossumidores (SAJN, 2016).

O caminho a ser trilhado perpassa pela emergência de uma nova racionalidade (LEFF, 2006), que seja orientada para a defesa dos interesses socioambientais da coletividade, compatível com uma sociedade organizada em rede, interdependente e conectada, local e globalmente (CAPRA e MATTEI, 2015, l. 821-3765; CULLMANN e NIESWAND, 2016, pp. 192-193), sendo factível esperar que esse novo paradigma comece a ser construído no âmbito do setor elétrico, mas especificamente da energia solar (COLLAÇO, 2015, pp. 16-18; KONZEN, 2014, p. 14; WITTMANN, 2014, pp. 34-41).

2. CONTEXTO ATUAL: ENERGIA SOLAR E A MATRIZ ELÉTRICA BRASILEIRA

O Brasil, nas suas áreas residenciais urbanizadas, possui potencial para atender, via geração solar distribuída, mais que o dobro de todo o seu consumo residencial (MME/EPE, 2014, p. 21). São 287.505 GWh de potencial, contra um consumo, em 2013, de 124.896 GWh (MME/EPE, 2014, p. 21). Na Bahia, a razão entre potencial e consumo residencial é de 3,37, ou seja, o potencial é quase três vezes e meia maior que o consumo (MME/EPE, 2014, p. 21).

Além disso, o horário de maior consumo (“horário de pico”) no subsistema Nordeste migrou para o período de maior insolação, o que desafogaria o Sistema Interligado Nacional - SIN no seu momento de maior carga (GREENPEACE, 2016, p. 57-67).

O Brasil, sobretudo a partir das cidades inseridas no Cinturão Solar⁶¹, deve utilizar das energias renováveis à disposição (solar, eólica e biomassa) para dar um salto quântico (*leapfrogging*) na qualidade de vida de suas populações, aproveitando o seu enorme potencial de geração renovável.

Existe amplo espaço para que o nordeste desenvolva com excelência toda a cadeia de produção da energia solar FV, assim como fez com a indústria de energia eólica, e volte a ser um significativo exportador de energia para os subsistemas centro-oeste e sudeste, complementando a renda dos estados nordestinos e de suas populações (SILVA, 2012). Tal aspecto, portanto, no entender da presente contribuição, deveria ser contemplado no planejamento do setor elétrico, garantindo-se os investimentos necessários à sua consecução.

O Estado da Bahia, além da grande irradiação solar, foi abençoado também com reservas de areia silicosa e quartzo com baixo teor de impurezas, situada na jazida de Belmonte, na região sul do Estado - consideradas uma das melhores jazidas do mundo para a produção dos módulos fotovoltaicos. O Estado tem, portanto, condições de desenvolver toda a cadeia de produção em seu território e liderar os investimentos na geração de energia FV nos próximos anos (Bahia, 2015; FARIA JR. *et al.*, 2016, p. 469).

Ocorre que enquanto diversos países do mundo buscam implementar uma “revolução verde” em suas matrizes energéticas e sistemas produtivos, visando reduzir os níveis de emissão de gases causadores do efeito estufa e, concomitantemente, garantir um espaço na fronteira da inovação tecnológica das energias renováveis (DAWN *et. al*, 2016, p. 216; ISMAIL *et. al*, 2015, p. 400; JOLLY, RAVEN, 2016, p. 325), o Estado Brasileiro segue a reboque da corrente, limitando-se à assimilação passiva das tecnologias e ao exercício de atividades da cadeia

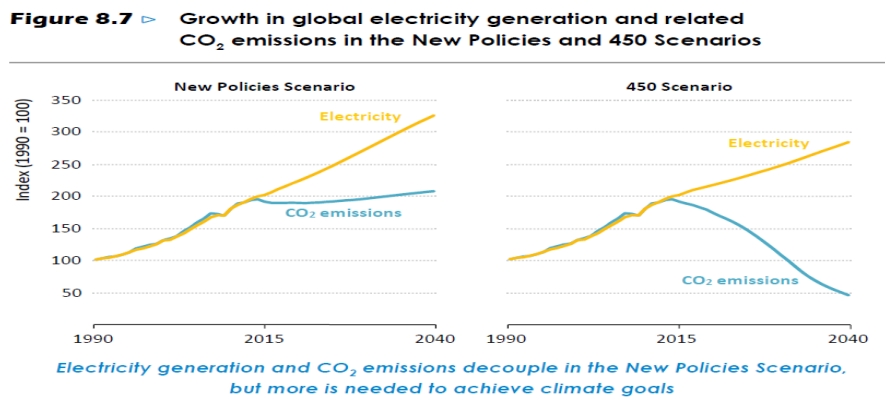
⁶¹ Área que compreende o Cinturão Solar Brasileiro vai do nordeste do Pantanal, incluindo o norte de Minas Gerais, o sul da Bahia e o norte e o nordeste de São Paulo.

produtiva com menor valor agregado e baixa sofisticação tecnológica, sobretudo quando se trata de energia solar (DUBEUX, 2015, pp. 126-164; SOUZA, CAVALCANTE, 2016, p. 145).

Após anos de maturação da tecnologia solar e da atual penetração das fontes intermitentes (solar e eólica) em matrizes elétricas ao redor do mundo, já se vislumbra um percentual ótimo de entrada para cada uma destas fontes, sendo este próximo de 10% da potência instalada para a energia solar FV, sem o uso de fontes de armazenamento, conforme se verifica na Grécia, Itália e Alemanha (IEA, 2016, p. 14).

No Brasil, estudo realizado por SCHMIDT¹ *et. al*, 2016, p. 137, apurou percentual de até 37% para a penetração da energia solar na matriz elétrica nacional, tendo em vista a excepcional complementaridade existente entre as fontes hídrica, eólica e solar, verificada no território nacional e a interligação do sistema elétrico. Tal estudo, entretanto, não levou em consideração os custos de produção entre as distintas fontes.

Acontece que para se viabilizar um cenário que limite o aquecimento global em níveis inferiores à 2°C, garantindo a sobrevivência de biomas nacionais como a Floresta Amazônica, faz-se necessária a imediata dissociação entre geração de eletricidade e emissões de CO₂, sobretudo quanto se trata de expansão da capacidade de geração (IEA, 2016, p. 71).



Fonte: World Energy Outlook 2016, p. 342

Ademais, o Brasil já possui um parque termelétrico de *backup* calcado em combustíveis fósseis bem significativo, não sendo desejável a sua ampliação.

É sabido, entretanto, que a forte entrada da energia eólica no subsistema nordeste, associada com o baixo nível dos reservatórios da região, vem demandando cada vez mais uso de termoelétricas movidas a combustíveis fósseis, isto porque o modelo atual de expansão do setor (leilões de energia nova) não considera que para cada nova eólica adicionada far-se-á necessário uma pequena ampliação do despacho termoelétrico, para corrigir os efeitos da intermitência. Tal circunstância se não corrigida, tende a ampliar a necessidade de uso das usinas termoelétricas para um fim distinto da concepção original do parque atual, que é de

backup esporádico.

A proposta de separação entre lastro e energia, analisada mais a frente, visa justamente auxiliar nesta necessária correção, por meio de uma precificação mais acurada em relação as contribuições de cada uma das fontes para a segurança de suprimento do setor.

Nada obstante, a presente contribuição entende que deveriam ser priorizadas outras fontes despacháveis na região, a exemplo da geração por biomassa e hibridização de parques solares e eólicos com hídricos e usinas de biomassa.

Neste sentido, destaca-se que a primeira conclusão do estudo “*Um futuro com energia sustentável: iluminando o caminho*”, levado a cabo pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo - FAPESP e a Inter Academy Council, é no sentido de que se deve dar prioridade para o fornecimento de eletricidade, por fontes modernas e a valores acessíveis, às populações menos favorecidas, a fim de reduzir as desigualdades atuais e preservar o meio ambiente (FAPESP, 2010, p. 267/268).

Neste exato sentido apresenta-se também o objetivo do desenvolvimento sustentável número 7 (ODS 7), estabelecido pela Assembleia Geral das Nações Unidas, por meio da “Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável”, e internalizado no ordenamento jurídico pátrio por meio do Decreto n. 8.892/2016 (BRASIL, 2016), que traz como meta o acesso universal a energia por fontes limpas e modernas, de forma confiável e a preços acessíveis, contemplando especialmente os mais desassistidos (JOSHI *et. al.*, 2015, p. 286; STRAM, 2016, p. 6).

Cabe ainda destacar que a geração solar distribuída também é capaz de beneficiar os cidadãos de menor renda, conforme abordado pelo trabalho *Deployment of PVs in Brazil: Scenarios, perspectives and policies for low-income housing* (PINTO *et al.*, 2016, p. 75), e constatado no Projeto de Geração de Renda e Energia em Juazeiro, nos Condomínios Morada do Salitre e Praia do Rodeadouro (CUNHA *et. al.*, 2017)

Resta claro, portanto, o relevante papel que a energia solar tem a desempenhar no Brasil, em especial na região nordeste, como fator de redução das desigualdades regionais e sociais.

3. DESENVOLVIMENTO DOS TEMAS E PROPOSTAS

3.1. HIERARQUIA E CONSOLIDAÇÃO DAS NORMAS JURÍDICAS DO SETOR ELÉTRICO

A regulamentação do Setor Elétrico Brasileiro apresenta-se fragmentada em diversos diplomas normativos, sendo o atual marco legal resultado das reformas privatizantes e pro-

mercado do Governo Fernando Henrique Cardoso (Lei n. 9.074/1995 e Lei 9.427/1996) e da “contrarreforma” efetuada pelo Governo Lula em seu primeiro mandato (Lei 10.848/2004).

Diante da infinidade de normas esparsas que regem o setor, modificadas e remendadas por sucessivas alterações legislativas, prescreve a melhor técnica que seja efetuada a consolidação do novo marco em um único diploma, que venha a disciplinar de forma global toda a matéria. Ou seja, um código específico para o setor elétrico.

Uma ampla reforma no setor, resultante da consolidação das normas em um único diploma legislativo atenderia também à necessidade de disciplina de determinados temas por meio de normas jurídicas de maior hierarquia e que venham dar tratamento adequado, com perspectiva de longo prazo, mediante a fixação de marcos técnicos para a revisão periódica dos rumos do setor.

A ANEEL enquanto entidade reguladora do setor acabou sofrendo uma hipertrofia legislativa face ao vazio normativo encontrado, que deixava uma infinidade de temas sem tratamento legal, tendo a passado agência a preencher tais vácuos.

Acontece que diversos aspectos do setor, a exemplo dos sistemas de comercialização e de compensação de energia, instituídos respectivamente pelas Resoluções ANEEL247/2006 e 482/2012, necessitam de uma disciplina de longo prazo, compatível com a vida útil dos equipamentos, viabilizando assim um adequado horizonte de investimento.

Tal aspecto, portanto, desponta como fundamental para viabilizar maior segurança jurídica, sendo indispensável para o crescimento sustentável do setor elétrico e a promoção da diversificação na matriz elétrica por meio da inserção da energia solar.

Nada obstante, tendo em vista o aodamento das reformas realizadas pelo atual Governo e da complexidade intrínseca ao setor elétrico, é utópico esperar que venha a ser implementada uma reforma técnica e de viés estruturante no setor.

3.2. NOVOS PRINCÍPIOS DE ORIENTAÇÃO PARA O SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO

Os primeiros passos em direção a um novo paradigma para o sistema elétrico brasileiro que seja calcado na ecoeficiência energética, resiliência, desenvolvimento socioambiental sustentável, por meio da promoção da inserção maciça das energias renováveis modernas, contemplam necessariamente a efetiva orientação do setor para tais princípios, abandonado o míope paradigma da modicidade tarifária.

Os princípios aqui propostos visão desenvolver e complementar a proposta trazida pela Portaria MME 251/2017.

Entende-se que na estruturação de um regime jurídico, os princípios figuram no ápice do sistema, irradiando seus objetivos, metas e direção à todos. Devem ser a primeira e última fonte de inspiração e interpretação das demais normas e regulamentos, que criadas a partir de si, são as bases e motivações de todas as ações da máquina pública.

Aportaria MME 251/2017 prevê 03 princípios que deverão nortear o aprimoramento do arcabouço regulatório do setor elétrico, são eles:

1. Eficiência – maior benefício à sociedade;
2. Equidade – disponibilizar bens ou serviços em níveis adequados à sociedade, promover a universalização do acesso e a competição justa entre os agentes econômicos; e
3. Sustentabilidade – o arcabouço normativo do setor seja sustentável do ponto de vista comercial;

Destaque-se ainda que o detalhamento orientativo extraído como consectário lógico dos princípios anteriormente enumerados pela referida portaria não expressam qualquer prioridade ou mesmo preocupação com a temática ambiental e a questão das mudanças climáticas. O que é no mínimo preocupante. Senão veja-se:

1. Respeito aos direitos de propriedade, respeito a contratos e intervenção mínima;
2. Meritocracia, economicidade e eficiência (produtiva e alocativa, do curto ao longo prazo);
3. Transparência e participação da sociedade nos atos praticados;
4. Isonomia;
5. Valorização da autonomia dos agentes;
6. Adaptabilidade e flexibilidade;
7. Coerência;
8. Simplicidade;
9. Previsibilidade e conformidade dos atos praticados;

10. Definição clara de competências e respeito ao papel das instituições;

Acontece que a simples eficiência visando o maior benefício à sociedade (maior utilidade) não é o bastante para se atingir o nível de mudança que o desafio ambiental posto diante da humanidade exige.

A equidade tal qual proposta não é suficiente, é preciso tratar os diferentes de forma distinta, a fim de reduzir as desigualdades históricas, além de tentar corrigir as distorções no mercado.

A busca por simplicidade não pode implicar em tentativa de ocultar a complexidade do setor e a grandeza dos desafios que estão postos. A sustentabilidade precisa ir muito além do mercado e do *greenwashing*, é preciso atingir um fator 10 ecoeficiência socioambiental para fazer a diferença no presente e viabilizar o atendimento das metas do Acordo de Paris.

Os autores da presente contribuição entendem que a construção de uma rota alternativa para o setor, que esteja alinhada com os objetivos do desenvolvimento sustentável da Agenda 2030 e com as metas do Acordo de Paris, capaz de contribuir para um cenário global em que o aumento das temperaturas não ultrapasse 2°C, deve ser orientado pelos seguintes princípios:

- 1) Ecoeficiência Energética (em vez de simples eficiência);
- 2) Igualdade Efetiva; e pelo
- 3) Desenvolvimento Socioambiental Sustentável.

A construção de um futuro sustentável, ambientalmente correto e economicamente viável para o setor elétrico nacional perpassa pela implementação do mix de fontes renováveis que se tem a disposição, além de uma política que realize uma efetiva de gestão da demanda e reduza as desigualdades sociais, não sendo crível acreditar que tais objetivos poderão ser atingidos com base nos princípios enunciados na portaria MME 251/2017.

3.3. SUBSÍDIOS DO SETOR ÀS FONTES INCENTIVADAS

A proposta de alteração do marco legal trazida pela nota técnica n. 5/2017 visa também alterar o regime de incentivos incidentes nas tarifas de uso da rede de transmissão e de distribuição das fontes hídricas (até 5MW), eólica, solar, biomassa e geração qualificada (estes até o limite de 30MW), atualmente disciplinadas pelo art. 26 da Lei nº 9.427, de 1996, sob o argumento de que os agentes estariam buscando negócios que maximizassem o desconto no fio,

de maneira a gerar a maior captura de renda quando da negociação do preço da energia, em razão do incentivo legal.

Acontece que, excetuando a geração qualificada, todas as demais fontes devem ser produzidas, necessariamente, no local em que se encontra o potencial a ser explorado, sendo mínima a discricionariedade locacional nesses casos.

Ademais, o incentivo por meio do desconto tarifa de transmissão e distribuição acaba por possibilitar a implantação de projetos de energia renovável que apesar das reduções recentes de custos, não seriam viáveis sem o referido benefício.

A seu turno, é importante destacar que a proposta apresentada respeita o direito adquirido e o ato jurídico perfeito, na medida em que é prevista a aplicação das novas regras apenas para as concessões concedidas a partir de 2018, mantendo-se as normas anteriores para as unidades geradores outorgadas até 31 de dezembro de 2017 e facultando a adesão destes ao novo regramento. Tal fato é de sua importância, pois preserva a segurança jurídica no setor.

A substituição dos descontos nas tarifas de transmissão e distribuição por um prêmio de incentivo em razão da energia gerada pode figurar como uma alternativa interessante, na medida em que, ao menos em tese, seria possível calibrar melhor o incentivo para as diferentes fontes, que hoje são tratadas de forma equiparada.

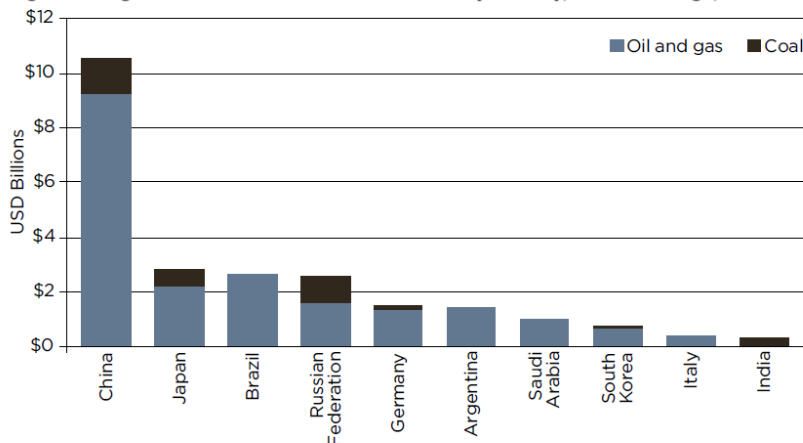
É sabido, por exemplo, que a energia gerada pela fonte solar possui um custo maior que a gerada por fonte eólica ou a partir da biomassa. A atribuição de prêmios em valores distintos poderia então buscar equalizar a situação, garantido tratamento diferenciado para fontes distintas, no intuito de promover uma igualdade substancial e não apenas formal (Igualdade Efetiva).

Entretanto, muito mais importante do que a reformulação ou redução dos incentivos às hoje chamadas fontes incentivadas (que são renováveis em sua maioria), é a extinção dos subsídios concedidos às fontes fósseis, a exemplo dos custos subsidiados da Conta de Consumo de Combustíveis – CCC e do Custo Total de Geração – CTG, incentivos estes ao consumo de energia de origem fóssil que onera sobremaneira o fundo setorial da Conta de Desenvolvimento Energético (CDE).

Para se ter uma ideia, apenas a Conta de Consumo de Combustíveis - CCC consumiu R\$6,339 bilhões de reais da Conta de Desenvolvimento Energético – CDE, no ano de 2016. Se somarmos os gastos realizados com a CCC entre 2013 e 2016 estes superam R\$22 bilhões de reais.

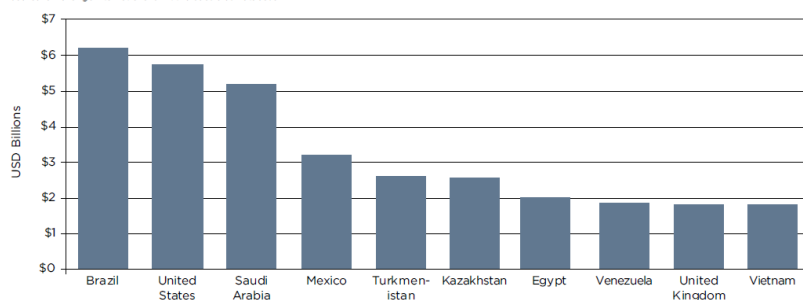
De fato, conforme demonstram os gráficos abaixo, retirados do estudo *Talk is Cheap: How G20 Governments are Financing Climate Disaster* (DOUKAS *et al.* 2017), o Brasil figura entre os maiores financiadores das fontes fósseis.

Figure 7: Largest G20 DFI Financiers of Fossil Fuels by Country, Annual Average, 2013-2015



Source: Oil Change International Shift the Subsidies Database.

Figure 14: Largest Recipients of G20 Public Finance for Oil and Gas by Country, Annual Average, 2013-2015



62 Sierra Club, "Clean Energy Jobs Overwhelm Coal, Oil & Gas in 41 States and D.C.," 2017. <https://www.scribd.com/document/343243328/Sierra-Club-Clean-Energy-Jobs-Report-Final-1>

Resta claro, portanto, que o foco dos esforços da reforma setorial deveriam estar voltados para a redução dos subsídios aos combustíveis fósseis, a exemplo da Conta de Consumo de Combustíveis – CCC, mediante a fixação de prazos e metas técnicas que viabilizassem a sua completa extinção em um horizonte de curto prazo.

Por fim, cabe reconhecer que a assunção da gestão da CCC pela Câmara de Comercialização de Energia Elétrica foi um passo importante do sentido de imprimir mais controle e transparência a esta.

3.4.IMPACTOS DECORRENTES DA SEPARAÇÃO ENTRE LASTRO E ENERGIA

A proposta de mudança mais significativa no setor poderia ser apontada como a separação entre o lastro e a energia, que mexe na espinha dorsal do sistema elétrico e no seu modelo de expansão. O tema é bastante complexo, com inúmeras variáveis técnicas em jogo.

Diante disto, a presente contribuição pretende ater-se apenas a análise de parte das suas consequências e implicações, em especial no que tange à fonte solar.

No regramento atual, contrata-se energia por meio da garantia física, índice calculado pela EPE⁶² e que representa a energia assegurada ao sistema, o máximo de energia que pode ser comercializado por um gerador. Vende-se assim lastro (disponibilidade física da capacidade instalada/MWp) e a energia (eletricidade gerada/MWh) em um mesmo produto.

A proposta da Nota Técnica MME 05/0217 é no sentido de dividir a comercialização em dois produtos distintos, lastro e energia, capacidade e fornecimento, sob o argumento de viabilizar a separação do risco comercial de cada agente da necessidade do setor de assegurar a confiabilidade sistêmica, ou seja, o suprimento estaria garantido porque haveria capacidade instalada suficiente para atender a demanda, mas os preços seriam definidos pelo mercado, por meio da compra em leilões para atendimento ao mercado cativo e em contratos bilaterais, no ambiente do mercado livre.

Os leilões de lastro (capacidade) seriam promovidos de forma centralizada, seguindo as diretrizes e o planejamento do governo, enquanto os preços da energia (fornecimento de eletricidade) seriam definidos por mecanismo de mercado, demanda e oferta.

Acontece que a separação do produto garantia física em dois: lastro e energia, e a consequente fragmentação da receita, tornará mais árdua a tarefa de financiamento dos novos projetos, visto que não mais haverão os PPAs (*Power Purchase Agreement*, contratos de longo prazo) para serem dados em garantia às instituições bancárias. Fato que, no entender da presente contribuição, acabará por dificultar e encarecer o financiamento da expansão do setor elétrico, além de reduzir a possibilidade de que novos agentes de geração ingressem no mercado.

Além disso, a separação dos produtos, lastro e energia, sem que seja realizada uma diferenciação entre as fontes de geração, a partir de suas características técnicas e suas implicações socioambientais, no momento da contratação certamente acarretará em um favorecimento às térmicas sobre as demais fontes, bem como das despacháveis em face às fontes intermitentes.

Trocando em miúdos, favorecimento das fontes fósseis em face das renováveis modernas (solar e eólica).

Criar-se-ão também, ao que tudo indica, movimentos especulativos já que o cenário futuro será marcado por crises hídricas cada vez mais intensas e recorrentes, cujas previsões são cada vez mais capturáveis pelos modelos climáticos, fato que desencadeará uma corrida

⁶² Existem diferentes modelos matemáticos para calcular a garantia física das diferentes fontes de geração.

dos agentes para garantir a aquisição da energia nos cenários de escassez hídrica, fazendo disparar o preço da energia e desestabilizando todo o setor.

Outra questão de suma importância, que não pode ser ignorada, é como será calculado o lastro de cada um dos novos empreendimentos? Como definir o lastro agregado ao sistema por uma usina solar, eólica, hídrica ou térmica? Como será a metodologia de cálculo da quantidade de energia que poderá ser comercializada por cada empreendimento? Como se comportará este novo mercado de curto prazo? Depois de anos desenvolvendo o modelo da garantia física este será sumariamente descartado?

Mas a pergunta de fato é: que país é esse que estamos projetando? Se for um país de futuro, sobretudo nesse momento de aceleração das tecnologias renováveis, da sociedade do conhecimento e da internet das coisas, seu atingimento só será viável se colocarmos o aspecto socioambiental em patamar equivalente ao econômico, ao mercado.

Ocorre que enquanto a fronteira de conhecimento da sociedade está avançando de forma exponencial, estamos desacelerando em programas de proteção ao meio ambiente e de redução da desigualdade social. Estamos congelando investimentos por duas décadas em educação e saúde. E caminhamos para um abismo energético, agravado pelas inúmeras crises hídricas que virão e pelo incremento às restrições de emissões, decorrentes do avançar das mudanças climáticas.

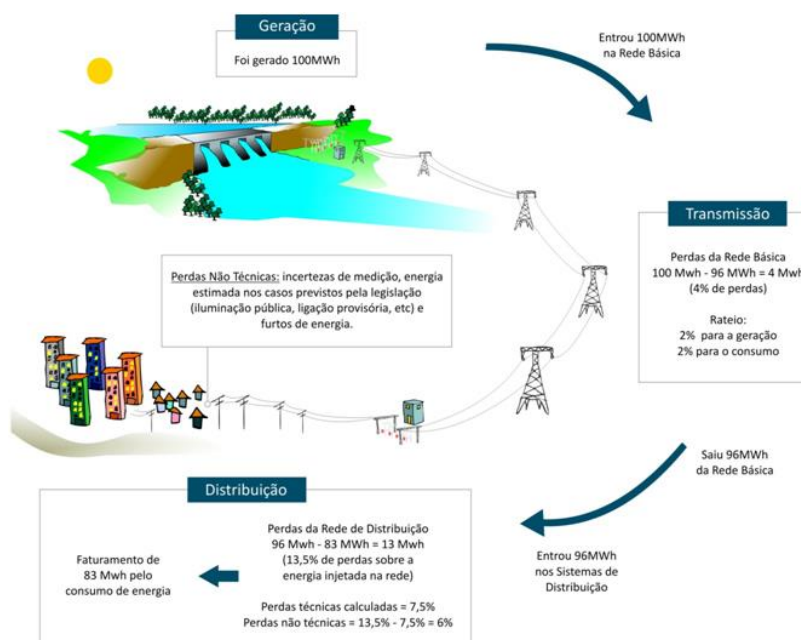
Cabe mencionar ainda a questão da revisão das garantias físicas, ou melhor, da sua substituição desta pela atribuição de lastro em relação às usinas hidrelétricas, em especial das localizadas nas Bacias do São Francisco e Amazônica, uma vez que já se sabe que gerarão muito menos energia que o previsto em razão das condições hidrológicas adversas do futuro.

Por fim, registra-se também que a lei deveria dar tratamento aos compromissos de firmeza para com o despacho operativo dado pelos agentes e, principalmente, disciplinar as sanções ao seu não atendimento, uma vez que tais temas, por sua própria natureza, não se prestam a regulamentação por meio de decretos e resoluções normativas, conforme fora sugerido na Nota Técnica MME 05/2017.

3.5. A GERAÇÃO DISTRIBUÍDA E A REDUÇÃO DAS PERDAS

Atualmente, em razão dos avanços da tecnologia da informação e da automação, já é possível coordenar a geração e a demanda em tempo real, integrando à rede uma infinidade de mini e microgeradores renováveis, que se encontram pulverizados e conectados diretamente na rede de distribuição, concedendo-lhes um novo papel no sistema elétrico. Tal configuração

agrega eficiência e resiliência à rede (SIMSHAUSER, 2016, pp. 110-111), tendo em vista que a transmissão da energia por longas distâncias implica em perdas sistêmicas de aproximadamente 15% (quinze por cento) do total de energia injetada (SILVA *et al.*, 2016, p. 336).



Fonte: ANEEL, disponível em <http://www2.aneel.gov.br/area.cfm?idArea=801eidPerfil=4>

A imagem acima, elaborada pela ANEEL ilustra o ciclo de geração, transmissão e distribuição, e indica, em seu exemplo, que de cada 100MWh produzidos na geração centralizada apenas 83MWh são entregues e faturados, sendo a perda sistêmica estimada em 11,5% e o furto de energia e outras perdas não técnicas estimados em 6%, o que totalizaria 17% de perdas totais.

Ademais da redução das perdas, a indução e promoção das usinas solares descentralizadas, planejadas pelas distribuidoras, também deve ser entendido como forma de superar questões como localização, segurança, possibilidade de sombreamento e alto aporte inicial necessário para a instalação do sistema fotovoltaico, que não raro é visto como algo fora âmbito de entendimento, negócios ou opções de investimentos dos consumidores (ECHEGARAY, 2014, p. 125), mesmo considerados os mais privilegiados economicamente.

É imprescindível também que as distribuidoras faturem com o aumento da eficiência e com a redução da demanda, não com o aumento volumétrico do consumo de seu mercado cativo (EL HAGE e RUFIN, 2016, p. 146; LOVINS, 2012).

Parte da solução, portanto, é a viabilização de condomínios solares capitaneados pelas

próprias distribuidoras, posicionados estrategicamente de forma a auxiliar a rede de distribuição, postergando investimentos e maximizando os seus benefícios.

A execução de tais ações e atividades por parte das distribuidoras depende, entretanto, de regulamentação específica, na medida em que a ANEEL jamais regulamentou de forma geral a possibilidade de exploração das potencialidades associadas às concessões, sendo tais atividades permitidas apenas de forma pontual, mediante autorizações individuais emitidas pela referida agência reguladora (ARAUJO, 2011, p. 2).

A reforma marco legal do setor, portanto, deve rever o papel das distribuidoras de energia, a fim de que estas passem a ser vistas como empresas fornecedoras de serviços e soluções de energia, que atuam tanto viabilização da entrega de energia, como na gestão da demanda e atendimento das necessidades energéticas de seus consumidores.

4. CONCLUSÕES

A construção de um futuro sustentável, ambientalmente correto e economicamente viável perpassa pela implementação do mix de fontes renováveis que se tem a disposição, além de uma política que realize uma efetiva de gestão da demanda e reduza as desigualdades sociais.

A consolidação da regulação através de normas jurídicas de maior hierarquia e estabilidade, garantindo a segurança jurídica para os investimentos no longo prazo, a possibilidade de venda da energia excedente injetada na rede por parte dos prossumidores, além da desvinculação entre energia vendida e as receitas das distribuidoras são marcos necessários nesta caminhada.

Conforme exposto ao longo do presente trabalho, na proposta reforma do setor elétrico brasileiro aqui apresentada, elege-se a Ecoeficiência Energética, a Igualdade Efetiva e o Desenvolvimento Socioambiental Sustentável como pilares necessário à refundação e orientação do setor. A reformulação das tarifas de eletricidade, a abertura para venda da energia excedente entregue à rede pelos prossumidores e o aperfeiçoamento da gestão da demanda, com a dissociação da receita das distribuidoras do volume de energia fornecido, bem como a consolidação da regulação por meio de normas jurídicas de maior hierarquia, são entendidos como aspectos chaves para a promoção da ampliação e diversificação da matriz elétrica, viabilizando a adequada inserção da energia solar no Brasil.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica. *Processo n. 48599.995435/2012-88, Projeto de Geração de Energia Solar nos Condomínios Praia do Rodeadouro e Morada do Salitre em Juazeiro - Ba*, Interessado Brasil Solair, Superintendente Carlos Alberto Calixto Mattar, 2012.

ARAUJO, Luiz Eduardo Diniz. *Marcos normativos do setor elétrico*. Revista Jus Navigandi, n. 2796, 2011. Disponível em: <<https://jus.com.br/artigos/18577>>. Acesso em: 16 ago. 2017.

BAHIA, Companhia Baiana de Pesquisa Mineral - Governo da Bahia. *Bahia mira indústria solar*, 2015. Disponível em: <http://www.cbpm.ba.gov.br>, acessado em 26/05/2017.

BRASIL. Decreto nº 8.892 de 27 de Outubro de 2016. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2016/decreto/D8892.htm>. Acessado em: 16 ago. 2017

BRASIL, Ministério de Minas e Energia, Empresa de Pesquisa Energética. *Inserção da Geração FV Distribuída no Brasil – Condicionantes e Impactos*. Brasília: MME/EPE, 2014.

CAPRA, Fritjof; MATTEI, Ugo. *The Ecology of Law: Toward a Legal System in Tune with Nature and Community*. Califórnia – USA: Berrett-Koehler Publishers Inc., 2015.

COLLAÇO, Flávia Mendes de Almeida. *Planejamento e Políticas Públicas: uma análise sobre Gestão Energética Descentralizada em âmbito municipal no Brasil*. Dissertação - Instituto de Energia e Ambiente da Universidade de São Paulo, 2015.

CUNHA, Felipe Barroco Fontes; TORRES, Ednildo Andrade; e SILVA, Marcelo Santana. *Geração de renda e energia em Juazeiro/Ba: contribuições da Resolução ANEEL nº 4.385/2013 para inserção da energia solar na matriz elétrica brasileira*, 2017.

CULLMANN, Astrid; NIESWAND, Maria. Regulation and investment incentives in electricity distribution: An empirical assessment. *Energy Economics*, v. 57, p. 192-2013, 2016.

DAWN, Subhojit; TIWARI, Prashant Kumar; GOSWAMI, Arup Kumar; MISHRA, Manash Kumar. Recent developments of solar energy in India: Perspectives, strategies and future goals. *Renewable e Sustainable Energy Reviews*, v. 62, p. 215-235, 2016.

DOUKAS, Alex; DEANGELIS, Kate; GHIO, Nicole; TROUT, Kelly; BAST, Elizabeth. *Talk is Cheap: How G20 Governments are Financing Climate Disaster*. *Oil Change International, Friends of the Earth U.S., the Sierra Club, and WWF European Policy Office*, 2017.

DUBEUX, Rafael Ramalho. *Desenvolvimento e mudança climática: estímulos à inovação em energia de baixo carbono em países de industrialização tardia (1997-2014)*. Tese de Doutorado, Instituto de Relações Internacionais da Universidade de Brasília, 2015.

ECHEGARAY, Fabián. Understanding stakeholders' views and support for solar energy in Brazil. *Journal of Cleaner Production*, v. 63, p. 125-133, 2014.

EL HAGE, Fabio S.; RUFÍN, Carlos. Context analysis for a new regulatory model for electric utilities in Brazil. *Energy Policy*, v. 97, p. 145-154, 2016.

FAPESP, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo; e InterAcademyCouncil. Um futuro com energia sustentável: iluminando o caminho. Tradução: Maria Cristina Vidal Borba, Neide Ferreira Gaspar. São Paulo: FAPESP; Amsterdam: InterAcademyCouncil; Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, 2010.

FARIA JR., Haroldo de; TRIGOSO, Federico B. M.; CAVALCANTI, João A. M. Review of distributed generation with PV grid connected systems in Brazil: Challenges and prospects. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 75, p. 469–475, 2017.

FCCC/CP/2015/L.9/Rev.1 - *Adoption of The Paris Agreement* - Draft decision -/CP.21, Paris, 2015.

FÜCKS, Ralf. *Green Growth, Smart Growth: A New Approach to Economics, Innovation and The Environment*, UK and USA, 2015.

ISMAIL, Abdul Muhaimin; RAMIREZ-INIGUEZ, Roberto; ASIF, Muhammad; MUNIR, Abu Bakar; MUHAMMAD-SUKKI, Firdaus. Progress of solar PV in ASEAN countries: A review. *Renewable e Sustainable Energy Reviews*, v. 48, p. 399-412, 2015.

GREENPEACE. *Revolução energética: A caminho do desenvolvimento limpo*. Em: < http://www.greenpeace.org/brasil/Global/brasil/image/2013/Agosto/Revolucao_Energetica.pdf f> Acesso em: 29 nov. 2016.

IEA, International Energy Agency. *Energy Technology Perspectives 2016: Towards Sustainable Urban Energy Systems*, France, 2016.

IEA, International Energy Agency. *World Energy Outlook*, France, 2016.

JOLLY, Suyash; RAVEN, R. P. J. M. Field configuring events shaping sustainability transitions? The case of solar PV in India. *Technological Forecasting e Social Change*, v. 103, p. 324-333, 2016.

JOSHI, Devin K.; HUGHES, Barry B.; SISK, Timothy D. Improving Governance for the Post-2015 Sustainable Development Goals: Scenario Forecasting the Next 50 years. *World Development*, v.70, p. 286-302, 2015.

KIRCHNER, Carlos Augusto Ramos. *Dimensão da crise e a explosão das tarifas de energia elétrica*. São Paulo, Revista da USP, n. 104, 2015.

KONZEN, Gabriel. *Difusão de Sistemas Fotovoltaicos Residenciais Conectados à Rede no Brasil: Uma Simulação Via Modelo de Bass*. Dissertação – Instituto de Energia e Meio Ambiente da Universidade de São Paulo, 2014.

LEFF, Enrique. *Racionalidade ambiental: a reapropriação social da natureza*. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2006.

LOVINS, Amory B. *Reinventando o fogo: soluções ousadas de negócios na nova era da energia*. São Paulo: Cultrix, 2013.

MATA, Henrique Tomé Costa; CAVALCANTI, José Euclides A. *A Ética Ambiental e o Desenvolvimento Sustentável*. Revista de Economia Política, vol. 22, p. 170-185, 2002.

MME, Ministério de Minas e Energia. *Nota Técnica n° 05/2017AEREG/SE*, de 03 de julho de 2017.

OSTROM, Elinor. *Governing The Commons - The evolution of institutions for a collective action*. Cambridge University Press, United Kingdom, 1990.

PINTO, Julian T.M.; AMARAL, Karen J.; JANISSEK, Paulo R. Deployment of PVs in Brazil: Scenarios, perspectives and policies for low-income housing. *Solar Energy*, 133, p. 73–84, 2016.

PAPAEFTHYMIIOU, G.; DRAGOON, Ken. Towards 100% renewable energy systems: Uncapping power system flexibility. *Energy Policy*, v. 92, p. 69-82, 2016.

SAJN, Nikolina. *Electricity 'Prosumers'*. European Parliamentary Research Service - EPRS, 2016.

SCHMIDT, Johannes; CANCELLA, Rafael; PEREIRA JUNIOR, Amaro O. An optimal mix of solar PV, wind and hydro power for a low-carbon electricity supply in Brazil. *Renewable Energy*, v 85, p. 137/147, 2016.

SILVA, Glauciene Justino Ferreira da; SEVERO, Thiago Emmanuel Araújo. Potencial/Aproveitamento de Energia Solar e Eólica no Semiárido Nordeste: Um Estudo de Caso em Juazeiro – BA nos Anos de 2000 a 2009. *Revista Brasileira de Geografia Física*, n. 03, p. 586-599, 2012.

SILVA, Rodrigo Corrêa; MARCHI NETO DE, Ismael; SEIFERT, Stephan Silva. Electricity supply security and the future role of renewable energy sources in Brazil. *Renewable e Sustainable Energy Reviews*, v. 59, p. 328-341, 2016.

SIMSHAUSER, Paul. Distribution network prices and solar PV: Resolving rate instability and wealth transfers through demand tariffs. *Energy Economics*, v. 54, p. 108-122, 2016.

SOUZA, Luiz Enrique Vieira de; CAVALCANTE, Alina Mikhailovna Gilmanova. Towards a sociology of energy and globalization: Interconnectedness, capital, and knowledge in the Brazilian solar PV industry. *Energy Research e Social Science*, v. 21, p. 145-154, 2016.

STRAM, Bruce N. Key challenges to expanding renewable energy. *Energy Policy*, v. 96, p. 728-734, 2016.

WITTMANN, Douglas. *A indústria de energia elétrica no Brasil e o desenvolvimento sustentável: Uma proposta para o horizonte 2050 à luz da Teoria de Sistemas*. Tese - Instituto de Energia e Ambiente da Universidade de São Paulo, 2014.

APÊNDICE P - O PROGRAMA DE INCENTIVO ÀS FONTES ALTERNATIVAS DE ENERGIA ELÉTRICA - PROINFA, UM CASE DE SUCESSO NO BRASIL

De todos os programas de incentivo às fontes renováveis implementados no Brasil, o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica – Proinfa foi o primeiro a dar resultados significativos, concretos e positivos (DUTRA e SZKLO, 2008; CUNHA, 2012; CAVALIERO e SILVA, 2012).

A primeira referência ao referido programa pode ser encontrada na Medida Provisória n.º 14, editada em 21 de dezembro de 2001 (BRASIL, 2001), no auge do racionamento ocorrido nesse período, sendo que seu objetivo central era promover a expansão da oferta de energia em caráter emergencial.

Nessa oportunidade não se especificava quais fontes alternativas seriam contempladas, nem se apresentava qualquer critério para a sua identificação. Limitava-se a estabelecer o montante de energia que deveria ser agregado ao Sistema Elétrico Interligado Nacional - SIN, qual seja, 3.300 MW (três mil e trezentos mega-watts)⁶³.

Em sua conversão em Lei durante o ano de 2002, adotando o n.º 10.438 (BRASIL, 2002), diversas modificações significativas foram introduzidas a partir dos debates ocorridos nas casas legislativas nacionais. Posteriormente, outras alterações pontuais ainda seriam efetuadas, por meio da edição das Leis 10.762/2003 e 11.075/2004 (BRASIL, 2003, 2004d), que terminaram por conformar o programa tal qual se encontra hoje.

As duas principais mudanças verificadas com o advento da Lei Federal n.º 10.438 de 26 de abril de 2002 são: (i) a definição de quais fontes iriam ser contempladas pelo programa, a saber: pequenas centrais hidrelétricas – PCHs, biomassa e eólica, bem como (ii) o estabelecimento de uma meta de longo prazo, qual seja, o atendimento, por meio dessas fontes, de 10% (dez por cento) do consumo anual de energia elétrica do país, no sistema interligado, até o ano de 2022, a teor do quanto estabelecido no art. 3º, II, “a” da referida Lei (BRASIL, 2002).

A norma que estabeleceu o Proinfa trouxe detalhadamente como deveria ser implantada a primeira fase do programa, responsável pela contratação de 3.300 MW (três mil e trezentos *mega-watts*) perante produtores independentes de energia, mas deixou em aberto a segunda

⁶³ Art. 3º da Medida Provisória n.º. 14 de 21 de dez. de 2001.

fase, atribuindo ao Poder Executivo competência para definir a melhor maneira de implementá-la, sendo certo que a meta a ser alcançada era a geração, até 2022, de pelo menos 10% (dez por cento) da energia consumida no Brasil por meio das fontes alternativas de energia viabilizadas pelo programa, já incluídas no cálculo as contratadas na primeira Chamada Pública⁶⁴.

Segundo previsão do próprio artigo 3º, em seu inciso I, alínea “b”⁶⁵, o montante de 3.300 MW (três mil e trezentos mega-watts) a ser contratado – *a priori* – deveria ser dividido igualmente entre as 03 (três) fontes de energia contempladas, cabendo 1.100 MW para cada uma delas, sem prejuízo de que, caso uma das categorias não viesse a ser totalmente preenchida, a potência vacante viria a ser completada por outras fontes, uma vez que, apesar da divisão estabelecida, o primordial era a contratação do total de energia a ser agregada ao SIN.

Segundo Dutra e Szklo (2008), a contratação de energia por meio dessas fontes alternativas contempladas pelo PROINFA gerou uma infinidade de benefícios, a exemplo de:

- (i) desenvolvimento econômico promovido em diversos municípios de forma distribuída e de acordo com as vocações regionais;
- (ii) geração de energia elétrica com impactos ambientais reduzidos e em atendimento às disposições aos acordos internacionais do clima (à época o protocolo de Quioto)⁶⁶;
- (iii) dinamização da indústria nacional, nos casos de usinas de biomassa e de PCHs, além da transferência de tecnologia no caso das plantas eólicas⁶⁷.

Acontece que a energia gerada por essas fontes alternativas, à exceção da eólica (que deixou de ser alternativa para entrar no *mainstream* de geração), ainda possui um custo mais elevado em relação ao padrão médio nacional. Esse fato decorre principalmente de dois fatores: o primeiro diz respeito ao fato de que a energia brasileira, por ser gerada em sua maioria por grandes usinas hidrelétricas, é relativamente barata se comparada aos preços praticados em outros países⁶⁸. Assim, deve-se ter em mente que o preço de referência corresponde a um valor

⁶⁴ A meta de 10% em 2022 foi alcançada entre no ano de 2014, a partir da forte entrada da energia eólica, cuja tecnologia havia se tornado madura e arrematado consideráveis lotes de energia nos leilões de energia nova precedentes.

⁶⁵ Alínea “b”, inciso I, do artigo 3º. da Lei nº. 10.438 de 26 de abril de 2002.

⁶⁶ Para aprofundar sobre a questão dos Créditos de Carbono e o PROINFA, vide *A Titularidade dos Créditos de Carbono Gerados por Empreendimentos Integrantes do PROINFA*. Monografia – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (CUNHA, 2012).

⁶⁷ A alínea “f” do inciso I do Art. 3º da Lei 10.438/02, estabelecia um índice de nacionalização dos equipamentos e serviços equivalente a um mínimo sessenta por cento em valor, na primeira fase, e de, no mínimo, noventa por cento em valor, na segunda fase.

⁶⁸ Análise realizada desconsiderando os impostos e encargos setoriais existentes, visto que ao agregarmos tais valores, o custo final da energia praticado no Brasil passa a ser um dos mais caros do mundo.

reduzido. O segundo fator que deve ser analisado diz respeito ao grau de avanço e desenvolvimento tecnológico dos equipamentos utilizados para a geração de energia por fontes alternativas e a existência ou não de uma cadeia nacional de produção.

Não há como negar que, para o desenvolvimento das fontes de geração de energia alternativa, ainda se fazem necessários regimes de incentivos como o Proinfa. Autores como Dutra e Szklo (2008), Cunha (2012), Cavaliero e Silva (2012) afirmam que referido programa foi determinante para o atual desenvolvimento da cadeia nacional de produção da fonte eólica. Entende-se também que, caso à fonte solar tivesse sido incluída no programa, a GD e a energia solar estariam em outro patamar no país.

Corroborando este entendimento, Cavaliero e Silva (2012) afirmam em seu artigo *“Geração de energia elétrica: as novas regulamentações para as fontes renováveis alternativas”* que *“grande parte das experiências com fontes renováveis alternativas em todo o mundo foram desenvolvidas em função da aplicação de mecanismos específicos que incentivassem o seu uso”*. Este fato se deve às aludidas fontes apresentarem custos iniciais de investimento mais elevados quando comparadas às fontes convencionais.

Não obstante, os próprios Cavaliero e Silva (2012) ponderam que os regimes de incentivo podem acabar por viciar os agentes geradores, fazendo com que o preço não venha a ser reduzido ao longo dos anos, na medida em que não impõem o desenvolvimento da tecnologia, o aumento de produtividade e a redução de custos, e ainda garantem a compra da energia pelo preço fixado e/ou por um período de tempo bastante extenso.

Entretanto, entende-se que tal situação não se verificou no Brasil, na medida em que, após a implantação do parque industrial nacional, a fonte eólica passou a ser comercializada nos leilões de energia nova, competindo em igualdade com as demais fontes. Ademais, a própria chamada pública, promovida pelo Proinfa para seleção dos projetos, já se operava no formato de certame, de modo que os projetos contemplados foram objeto de seleção por critério de mercado.

Podem ser apontados também como reflexos da execução do Proinfa a manutenção ou até mesmo um pequeno aumento do custo da energia gerada por Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs), em razão do esgotamento dos melhores potenciais hidráulicos, bem como uma substancial redução no custo da energia eólica, tendo tal fonte se tornado extremamente competitiva no país.

A alínea “a” do inciso II do art. 3º da Lei n.º 10.438/02 determinava a realização da segunda etapa do programa, logo após a contratação dos 3.300 MW iniciais, de forma que as fontes eólica, pequenas centrais hidrelétricas e biomassa viessem a atender a 10% (dez por

cento) do consumo anual de energia elétrica no País, objetivo a ser alcançado no horizonte de 20 (vinte) anos⁶⁹ (BRASIL, 2002).

Entretanto, em que pese encerrada a primeira fase do programa, com a contratação da totalidade dos 3.300 MW no ano de 2004, o Governo Federal jamais iniciou a segunda fase do Proinfa, desrespeitando a disposição contida na alínea “c” do inciso II do art. 3º da Lei nº. 10.438/02, a qual estabelecia que a aquisição deveria ocorrer anualmente, representando um mínimo de 15% do incremento anual de capacidade de geração elétrica.

Faz-se necessário ainda registrar que, ao longo dos anos subsequentes ao lançamento do programa, observou-se uma tendência de forte contratação de geradoras termelétricas por meio dos leilões de energia nova, não sendo aberta, apesar disto, a contratação por meio da Chamada Pública do Proinfa.

Não obstante a ausência de novas contratações pelo Proinfa, a partir dos leilões de energia nova realizados em 2011, foi efetuada a contratação de um número expressivo de empreendimentos eólicos⁷⁰, bem como 06 (seis) empreendimentos movidos a biomassa^{71 72}. Tal resultado se deu em razão do amadurecimento das fontes, mas também por força das limitações de fornecimento de gás natural imposto pela Petrobrás naquele ano, fato que impossibilitou a participação dos projetos termoelétricos a gás⁷³.

Por outro lado, a meta de atender a 10% do consumo anual de energia elétrica no País por meio do somatório das fontes eólica, pch e biomassa foi alcançado em 2014, ano em que as fontes eólica e biomassa atenderam respectivamente a 2,06% e 7,61% da demanda do SIN (EPE, 2017a). O alcance antecipado da meta fixada pelo Proinfa também tornou dispensável a implementação da segunda fase do programa.

É importante ainda destacar que caso a fonte solar fosse contemplada nesta segunda fase do Proinfa e esta viesse a ser efetivamente implementada, certamente a situação de desenvolvimento da indústria fotovoltaica brasileira e participação deste fonte na matriz elétrica seria outra e o Brasil não se encontraria tão atrasado em seu desenvolvimento em comparação com o resto do mundo.

⁶⁹ O percentual de 10% já incorpora os resultados da primeira etapa da Programa.

⁷⁰ Foram contratados 83 (oitenta e três) empreendimentos eólicos totalizando 2044,2MW de potência instalada por meio dos leilões de 2011.

⁷¹ Empresa de Pesquisa Energética – EPE - Leilão de Energia A-3 / 2011- Informe à Imprensa, 17/08/2011. Disponível em http://www.epe.gov.br/imprensa/PressReleases/20110817_1.pdf, acessado em 20 dez 2017.

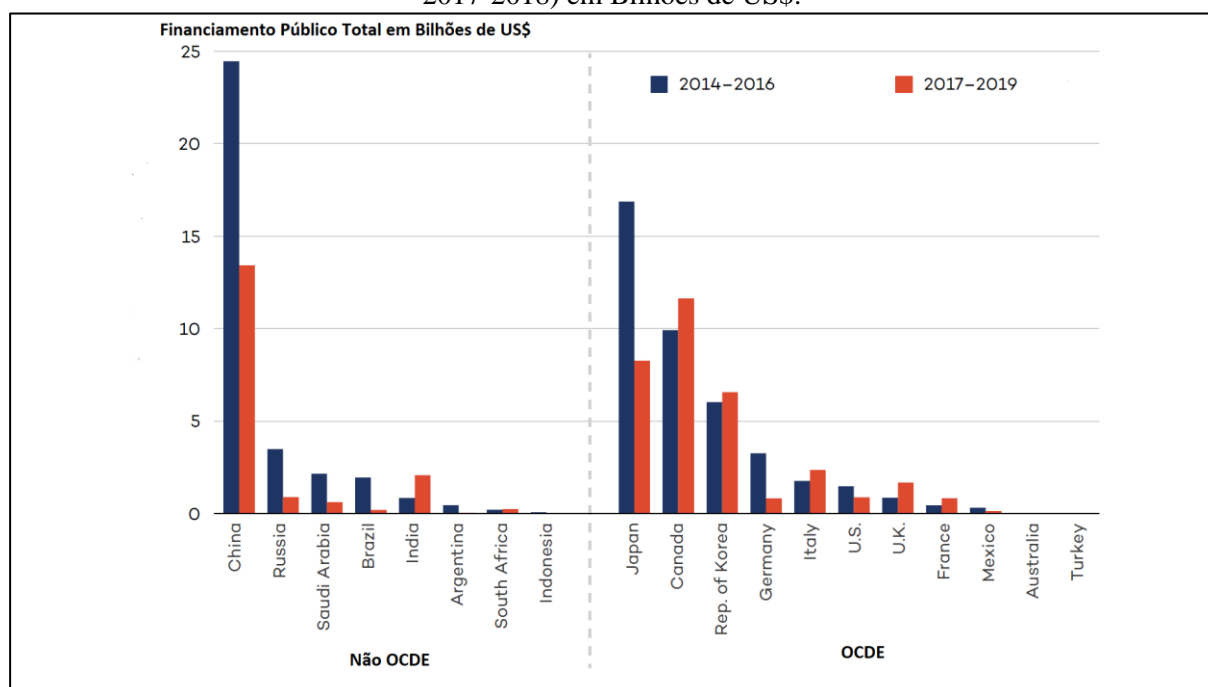
⁷² Empresa de Pesquisa Energética – EPE - Leilão de Energia A-5 / 2011- Informe à Imprensa, 20/12/2011. Disponível em http://www.epe.gov.br/imprensa/PressReleases/20111220_1.pdf, acessado em 20 dez 2017.

⁷³ Petrobrás não terá gás para fornecer a novas térmicas, notícia veiculada no Jornal O Estado de São Paulo, em 23 de novembro de 2011, Disponível em: <http://www.estadao.com.br/noticias/impreso,petrobras-nao-tera-gas-para-fornecer-a-novas-termicas-,801866,0.htm>, acessado em 20 dez 2017.

APÊNDICE Q – INVESTIMENTOS E SUBSÍDIOS PÚBLICOS ÀS FONTES FÓSSEIS NO BRASIL

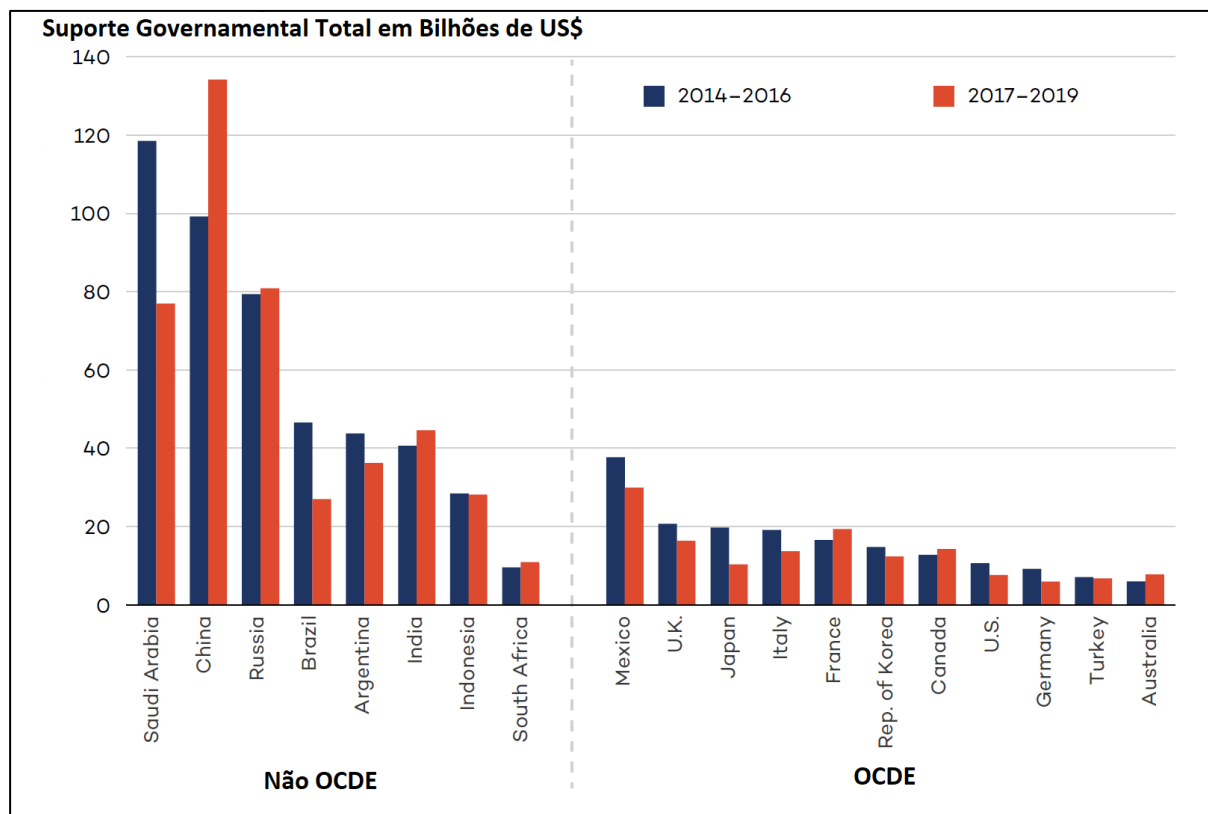
No Brasil, observa-se que grande parte do fluxo de investimentos públicos e subsídios ainda é destinado a financiar fontes fósseis, apesar de sua redução considerável nos últimos anos, conforme demonstram a Figura 39 e a Figura 40, colhidas do estudo *Doubling back and doubling down: G20 scorecard on fossil fuel funding* (GEDDES *et al.* 2020, p. 31).

Figura 39 - Financiamento público total destinado às fontes fósseis por país (média anual 2014-2016 e 2017-2018) em Bilhões de US\$.



Fonte: Adaptado de GEDDES *et al.* (2020)

Figura 40 – Suporte governamental dos países do G20 aos combustíveis fósseis (médias anuais de 2014-2016 e 2017-2019, em bilhões de US\$).



Fonte: Adaptado de GEDDES *et al.* (2020)

Percebe-se que o Brasil, apesar da redução expressiva no financiamento público e suporte governamental aos combustíveis fósseis no período 2017-2019, quando comparado com o precedente, ainda figura entre os grandes promotores das fontes fósseis a nível mundial (G20⁷⁴).

A Figura 39 representa em especial os investimentos realizados por bancos de desenvolvimento públicos para desenvolvimento de fontes fósseis, espelhando, no caso do Brasil, os financiamentos concedidos pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social - BNDES para exploração de áreas do Pré-Sal. A Figura 40, por sua vez, indica o total de subsídios governamentais concedidos (GEDDES *et al.* 2020).

Existem ainda outros subsídios extremamente significativos que são destinados às fontes fósseis e que não se encontram representados na Figura 39 e a Figura 40, a exemplo dos valores dispendidos pela Conta de Consumo de Combustíveis – CCC para viabilizar a geração de energia em sistemas isolados.

Neste sentido, destaca-se que, no ano de 2019, apenas a Conta de Consumo de Combustíveis - CCC consumiu R\$6,31 bilhões de reais da Conta de Desenvolvimento

⁷⁴ G20 (abreviatura para Grupo dos 20) é um grupo formado pelas 19 maiores economias do mundo mais a União Europeia. O G20 é composto pelos seguintes países: África do Sul, Argentina, Brasil, Canadá, Estados Unidos, México, China, Índia, Japão, Coreia do Sul, Indonésia, Arábia Saudita, Turquia, União Europeia, Alemanha, França, Itália, Reino Unido, Rússia, Austrália.

Energético – CDE e para 2020 o valor previsto era de R\$7,49 bilhões. Se somarmos os gastos realizados com a CCC apenas entre dos dois últimos anos, estes superam R\$13,8 bilhões de reais.