



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
DOUTORADO EM DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE DA ASSOCIAÇÃO
PLENA EM REDE DAS INSTITUIÇÕES**



**Doutorado em Desenvolvimento
e Meio Ambiente**

**Associação Plena
em Rede**



CRISTIANA DE SOUSA LEITE

**PROGRAMA MINHA CASA MINHA VIDA EM TERESINA, PIAUÍ: INCLUSÃO
SOCIAL, ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA E MITIGAÇÃO DA POBREZA
ENERGÉTICA**

Teresina
2022

CRISTIANA DE SOUSA LEITE

**PROGRAMA MINHA CASA MINHA VIDA EM TERESINA, PIAUÍ: INCLUSÃO
SOCIAL, ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA E MITIGAÇÃO DA POBREZA
ENERGÉTICA**

Tese apresentada ao Programa de Doutorado em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA/UFPI), como requisito para obtenção do título de Doutora em Desenvolvimento e Meio Ambiente.

Linha de pesquisa: Planejamento, gestão e políticas socioambientais.

Área de Concentração: Desenvolvimento e Ambiente

Orientadora: Wilza Gomes Reis Lopes

Coorientador: Marcos Antonio Tavares Lira

Teresina
2022

FICHA CATALOGRÁFICA

CRISTIANA DE SOUSA LEITE

**PROGRAMA MINHA CASA MINHA VIDA EM TERESINA, PIAUÍ: INCLUSÃO
SOCIAL, ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA E MITIGAÇÃO DA POBREZA
ENERGÉTICA**

Tese apresentada ao Programa de Doutorado em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA/UFPI), como requisito para obtenção do título de Doutora em Desenvolvimento e Meio Ambiente.

Linha de pesquisa: Planejamento, gestão e políticas socioambientais.

Área de Concentração: Desenvolvimento e Ambiente

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Wilza Gomes Reis Lopes

Coorientador: Prof. Dr. Marcos Antonio Tavares Lira

Aprovado em 29 de abril de 2022

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a Dr.^a Wilza Gomes Reis Lopes (UFPI)
Orientadora

Prof.^a Dr.^a Jaira Maria Alcobaça Gomes (UFPI)
Examinador Interno

Prof. Dr. Ronaldo Lima Gomes (UESC-BA)
Examinador Externo à Instituição

Prof. Dr. Albemerc Moura de Moraes (UFPI)
Examinador Externo ao Programa

Prof.^a Dr.^a Ana Keuly Luz Bezerra (IFPI)
Examinador Externo à Instituição

RESUMO

A habitação é um direito social fundamental, devendo ser garantida por políticas públicas, principalmente, para a população de baixa renda. Além da edificação propriamente dita, cabe assegurar a integração à cidade e condições equitativas de emprego, lazer e renda, como também, o acesso a serviços essenciais, destacando-se a energia elétrica, insumo que contribui com as condições de conforto, alimentação, saúde e produtividade do indivíduo, contemplado no ODS 7, dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS). Lançado em 2009, o Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV) foi criado para atender à demanda por moradia popular no país e, a partir de 2011, previu a adoção de sistemas alternativos de energia em habitações voltadas a famílias de baixa renda, com clara preferência a sistemas de aquecimento solar, os quais, em regiões de clima quente, podem não mitigar a pobreza energética das famílias beneficiadas e as emissões de dióxido de carbono relacionadas à geração elétrica. Assim, o objetivo geral desta pesquisa foi analisar os impactos da atuação do Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV) para a população de baixa renda, em relação à inclusão social e ao potencial de uso de sistemas fotovoltaicos (SFV) para a redução da pobreza energética, tendo como enfoque o município de Teresina, Piauí. Como metodologia, além de pesquisa bibliográfica, dados institucionais e de órgãos públicos federais e municipais foram analisados estatisticamente, em nível nacional, regional e municipal, para verificar o desempenho do PMCMV quanto à inclusão social; identificar o potencial de geração fotovoltaica em habitações de interesse social em cinco cenários de consumo, calculando sua viabilidade econômica e ambiental; e estimar a pobreza energética de famílias beneficiadas por esse programa, com base nas despesas com eletricidade, inclusive simulando a adoção de SFV nesses imóveis. Os resultados apontam que o alcance das metas e a produtividade do PMCMV variaram durante sua execução e que, assim como no restante do Brasil, a inclusão social não foi prioridade na execução do PMCMV em Teresina, pois as habitações, principalmente da faixa 1, foram localizadas longe do centro comercial e em áreas com baixo desenvolvimento econômico, intensificando a segregação socioespacial, mesmo entre as famílias beneficiadas pelo programa. Foi identificado que os Sistemas de Aquecimento Solar foram as fontes renováveis predominantes nas contratações por meio do PMCMV e que nenhum sistema foi contratado para Teresina. Foi detectada, ainda, a viabilidade econômica, tanto pelo lado do governo federal quanto dos mutuários, na adoção dos sistemas fotovoltaicos nas casas analisadas, por meio de *retrofit*, considerando os investimentos já previstos na legislação do programa, e contribuindo, também com a redução das emissões de dióxido de carbono relacionadas à geração elétrica no Brasil. Ademais, foi constatada situação de pobreza energética para famílias do Nordeste beneficiadas pelo PMCMV e que, em nível nacional, as famílias de baixa renda estão bem próximas do limite de pobreza energética, enquanto a instalação de SFV nas habitações permitiria reduzir as despesas domiciliares com eletricidade em todas as esferas analisadas, reforçando a importância de associar o planejamento energético a outras políticas públicas, como a habitacional.

Palavras-chave: Política habitacional. Habitação Social. Sistemas fotovoltaicos. Geração distribuída.

ABSTRACT

Housing is a fundamental social right and must be guaranteed by public policies, mainly for the low-income population. In addition to the building itself, it is necessary to ensure integration with the city and fair conditions of employment, leisure and income, as well as access to essential services, especially electricity, an input that contributes to the conditions of comfort, food, health, and productivity of the individual, contemplated in SDG 7, of the Sustainable Development Goals (SDGs). Launched in 2009, the Minha Casa Minha Vida Program (PMCMV) was created to meet the demand for affordable housing in the country and, as of 2011, provided for the adoption of alternative energy systems in housing aimed at low-income families, with clear preference to solar heating systems, which, in regions with a hot climate, may not mitigate the energy poverty of the beneficiary families and the carbon dioxide emissions related to electricity generation. Thus, the general objective of this research was to analyze the impacts of the performance of the Minha Casa Minha Vida Program (PMCMV) for the low-income population, in relation to social inclusion and the potential for using photovoltaic systems (SFV) to reduce poverty energy, focusing on the municipality of Teresina, Piauí. As a methodology, in addition to bibliographic research, institutional data and data from federal and municipal public bodies were statistically analyzed, at national, regional and municipal levels, to verify the performance of the PMCMV in terms of social inclusion; identify the potential for photovoltaic generation in social housing in five consumption scenarios, calculating their economic and environmental viability; and estimate the energy poverty of families benefiting from this program, based on electricity expenses, including simulating the adoption of SFV in these properties. The results indicate that the achievement of the goals and the productivity of the PMCMV varied during its execution and that, as in the rest of Brazil, social inclusion was not a priority in the execution of the PMCMV in Teresina, since the housing, mainly in the 1st range, was located far from the commercial center and in areas with low economic development, intensifying socio-spatial segregation, even among the families benefiting from the program. It was identified that Solar Heating Systems were the predominant renewable sources in contracts through the PMCMV and that no system was contracted for Teresina. It was also detected the economic viability, both by the federal government and the borrowers, in the adoption of photovoltaic systems in the analyzed houses, through retrofit, considering the investments already foreseen in the program legislation, and contributing, also with the reduction of carbon dioxide emissions related to electricity generation in Brazil. In addition, a situation of energy poverty was found for families in the Northeast benefited by the PMCMV and that, at the national level, low-income families are very close to the energy poverty threshold, while the installation of SFV in homes would reduce household expenses with electricity. In all analyzed spheres, reinforcing the importance of associating energy planning with other public policies, such as housing.

Keywords: Housing policy. Social housing. Photovoltaic systems. Distributed generation.

RESUMEN

La vivienda es un derecho social fundamental y debe ser garantizado por políticas públicas, principalmente para la población de bajos ingresos. Además de la propia edificación, es necesario asegurar la integración con la ciudad y condiciones justas de empleo, ocio e ingresos, así como el acceso a los servicios esenciales, en especial la electricidad, insumo que contribuye a las condiciones de confort, alimentación, salud y productividad del individuo, contemplado en el ODS 7, de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Lanzado en 2009, el Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV) fue creado para atender la demanda de vivienda asequible en el país y, a partir de 2011, previó la adopción de sistemas de energía alternativa en viviendas dirigidas a familias de bajos ingresos, con clara preferencia a los sistemas de calefacción solar, que, en regiones con clima cálido, pueden no mitigar la pobreza energética de las familias beneficiarias y las emisiones de dióxido de carbono relacionadas con la generación de electricidad. Así, el objetivo general de esta investigación fue analizar los impactos de la ejecución del Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV) para la población de bajos ingresos, en relación con la inclusión social y el potencial del uso de sistemas fotovoltaicos (SFV) para reducir pobreza energética, con foco en el municipio de Teresina, Piauí. Como metodología, además de la investigación bibliográfica, se analizaron estadísticamente datos institucionales y de organismos públicos federales y municipales, a nivel nacional, regional y municipal, para verificar el desempeño del PMCMV en materia de inclusión social; identificar el potencial de generación fotovoltaica en vivienda social en cinco escenarios de consumo, calculando su viabilidad económica y ambiental; y estimar la pobreza energética de las familias beneficiarias de este programa, con base en los gastos de electricidad, incluyendo simulando la adopción de SFV en estas propiedades. Los resultados indican que el logro de las metas y la productividad del PMCMV variaron durante su ejecución y que, como en el resto de Brasil, la inclusión social no fue una prioridad en la ejecución del PMCMV en Teresina, ya que la vivienda, principalmente en la 1ra gama, se ubicaba alejada del centro comercial y en zonas de bajo desarrollo económico, intensificando la segregación socioespacial, incluso entre las familias beneficiarias del programa. Se identificó que los Sistemas de Calefacción Solar fueron las fuentes renovables predominantes en los contratos a través del PMCMV y que no se contrató ningún sistema para Teresina. También se detectó la viabilidad económica, tanto por parte del gobierno federal como de los prestatarios, en la adopción de sistemas fotovoltaicos en las viviendas analizadas, a través de la rehabilitación, considerando las inversiones ya previstas en la legislación del programa, y contribuyendo, también, con la reducción de carbono. emisiones de dióxido de carbono relacionadas con la generación de electricidad en Brasil. Además, se encontró una situación de pobreza energética para las familias del Nordeste beneficiadas por el PMCMV y que, a nivel nacional, las familias de bajos recursos están muy cerca del umbral de pobreza energética, mientras que la instalación de SFV en las viviendas reduciría la gastos con electricidad en todos los ámbitos analizados, reforzando la importancia de asociar la planificación energética con otras políticas públicas, como la vivienda.

Palabras clave: Política de vivienda. Vivienda social. Sistemas fotovoltaicos. Generación distribuida.

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 _Localização da RIDE -Grande Teresina	32
Figura 3.1 _Índice de Desenvolvimento Humano e suprimento total de energia primária per capita para 124 países em 2014	42
Figura 3.2 _Demanda energética mundial por fonte (EJ).....	44
Figura 3.3 _Matriz Elétrica Mundial em 1973 e em 2019	45
Figura 3.4 _Sistema de Aquecimento Solar (SAS)	48
Figura 3.5 _Parque Solar Nova Olinda, no Piauí	49
Figura 3.6 _Sistemas fotovoltaicos de geração distribuída	49
Figura 3.7 _Matriz elétrica brasileira em 2019	52
Figura 3.8 _Relação entre consumo de energia per capita e PIB per capita em 2014.....	53
Figura 3.9 _Variação do consumo de energia versus Produto Interno Bruto Brasileiro entre 1995 e 2015.....	54
Figura 4.1 _Linha do tempo: principais abordagens da questão habitacional nos governos brasileiros.....	61
Figura 5.1 _Distribuição temporal da quantidade de UH contratadas no PMCMV por faixa no Brasil.....	88
Figura 5.2 _Distribuição geográfica da quantidade UH contratadas por faixas do PMCMV, Brasil.....	89
Figura 5.3 _Produtividade (unid./R\$100mil) da faixa 1 do PMCMV, corrigido pelo INCC 91	
Figura 5.4 _Distribuição temporal da quantidade de UH contratadas no PMCMV por faixa em Teresina.....	92
Figura 5.5 _Dimensão e Distribuição Espacial do MCMV ao longo do tempo em Teresina (área urbana)	93
Figura 5.6 _Desenvolvimento econômico e distribuição espacial versus quantidade de UH contratadas por bairro – Teresina (área urbana)	96
Figura 5.7 _Distribuição espacial dos empreendimentos do PMCMV na área urbana de Teresina.....	99
Figura 5.8 _Produtividade do PMCMV na faixa 1 (UH/R\$ 100mil), corrigida pelo INCC100	
Figura 5.9 _Distribuição espacial dos empreendimentos da faixa 1 do PMCMV em Teresina	101
Figura 6.1 _Empreendimentos da faixa 1 do PMCMV em Teresina, com unidades do tipo Casa.....	113

Figura 6.2_ Sistemas de energia solar contratados x Habitações de Interesse Social contratadas pelo PMCMV	118
Figura 6.3_ Distribuição geográfica dos sistemas de energia solar contratados por meio do PMCMV - Brasil	119
Figura 6.4_ Mapa de irradiação da cidade de Teresina com pontos de medição do Atlas Brasileiro de Energia Solar e empreendimentos habitacionais correlacionados	120
Figura 6.5_ VPL Custo e VPL Benefício de instalação do Sistema Fotovoltaico para cada família baixa renda, de acordo com o ponto de medição de irradiação, cenário e nível de custo	123
Figura 6.6_ VPL Custo e VPL Benefício de instalação do Sistema Fotovoltaico para o governo federal, por imóvel, de acordo com o ponto de medição de irradiação, cenário e nível de custo.....	124
Figura 6.7_ Benefício anual com a redução das emissões de carbono (mil tonCO ₂ eq) após a instalação de sistemas fotovoltaicos nas habitações de interesse social de Teresina	125
Figura 7.1_ Consumo médio residencial de eletricidade (kWh) solicitado às distribuidoras de energia.....	141
Figura 7.2_ Indicador de Consumo (Cons) (kWh/kWh) no Brasil, Nordeste e Piauí.....	142
Figura 7.3_ Indicador de Despesa Absoluta (DA) (R\$/R\$) para Brasil, Nordeste e Piauí ..	143
Figura 7.4_ Indicador de Despesa Relativa (DR) (R\$/R\$) para Brasil, Nordeste e Piauí....	145

LISTA DE TABELAS

Tabela 6.1 _Cenários de demanda energética das habitações de interesse social	115
Tabela 6.2 _Estimativa de redução anual de emissões de CO2 ao longo da vida útil dos sistemas fotovoltaicos	126
Tabela 7.1 _Descontos da Tarifa Social de Energia Elétrica (TSEE) para famílias de baixa renda	138
Tabela 7.2 _Indicador de Despesa Absoluta com e sem Sistema Fotovoltaico (SFV) – Ano Base 2020.....	144
Tabela 7.3 _Indicador Despesa Relativa com e sem Sistema Fotovoltaico (SFV) – Ano Base 2020	146

LISTA DE QUADROS

Quadro 6.1 _Parâmetros do sistema fotovoltaico utilizado.....	121
--	-----

LISTA DE SIGLAS

A	Área de superfície
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
BID	Banco Interamericano de Desenvolvimento
BNH	Banco Nacional da Habitação
BRICS	Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul (agrupamento de países)
CadÚnico	Sistema de Cadastro Único
CEF	Caixa Econômica Federal
COHAB	Companhia de Habitação
COP21	Conferência das Nações Unidas sobre as Mudanças Climáticas 2015
D	Distância
E	Geração de energia elétrica
EJ	Exajoule
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
EPOV	<i>European Union Energy Poverty Observatory</i>
e-SIC	Sistema Eletrônico do Serviço de Informação ao Cidadão
EU-SILC	<i>European Union Statistics on Income and Living Conditions</i>
FAR	Fundo de Arrendamento Residencial
FCP	Fundação da Casa Popular
FDS	Fundo de Desenvolvimento Social
FDS	Fundo de Apoio ao Desenvolvimento Social
FGTS	Fundo de Garantia por Tempo de Serviço
FJP	Fundação João Pinheiro
FNHIS	Fundo Nacional de Habitação Social
FSV	Programa <i>Fondo Solidario de Vivienda</i> (Chile)
H	Irradiação horizontal global anual
Habitat III	Conferência das Nações Unidas Sobre Habitação e Desenvolvimento Urbano Sustentável
HBS	<i>Household Budget Surveys</i>
IAP	Instituto de Aposentadoria e Pensões
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia Estatística
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano

IFPI	Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Piauí
IGP	Índice Geral de Preços
INCC	Índice Nacional de Custo da Construção
kWh	Quilowatt-hora
lat	Latitude
LCOE	<i>Levelized Cost of Electricity</i>
long	Longitude
MDR	Ministério de Desenvolvimento Regional
n	Quantidade de módulos fotovoltaicos
η	Rendimento do módulo fotovoltaico
OAB	Ordem dos Advogados do Brasil
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
OGU	Orçamento Geral da União
ONU	Organização das Nações Unidas
P_0	Potência nominal dos módulos fotovoltaicos
PAC	Programa de Aceleração do Crescimento
PAR	Programa de Arrendamento Residencial
PCVA	Programa Casa Verde e Amarela
PEE	Programa de Eficiência Energética
PERS	Programa de Energia Renovável Social
PIB	Produto Interno Bruto
PlanHab	Plano Nacional de Habitação
PMCMV	Programa Minha Casa Minha Vida
PNAD	Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios
PNH	Política Nacional de Habitação
PNHR	Programa Nacional de Habitação Rural
PNHU	Programa Nacional de Habitação Urbana
PNUD	Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
PRt	Índice de desempenho global do sistema fotovoltaico
P_t	Potência total do sistema fotovoltaico
R	Coefficiente de correlação de Pearson
r	Raio médio da terra

RBCIAMB	Revista Brasileira de Ciências Ambientais
RCB	Relação Custo-benefício
RIDE	Região Integrada de Desenvolvimento Econômico
SAS	Sistema de Aquecimento de Água
SBPE	Sistema Brasileiro de Poupança e Empréstimos
SERFHAU	Serviço Federal da Habitação e Urbanismo
SFH	Sistema Financeiro de Habitação
SFV	Sistema Fotovoltaico
SIN	Sistema Interligado Nacional
SISHAB	Sistema de Gerenciamento da Habitação
SM	Salário mínimo
SNHIS	Sistema Nacional de Habitação de Interesse Social
STF	Supremo Tribunal Federal
TIR	Taxa Interna de Retorno
TSEE	Tarifa Social de Energia Elétrica
UH	Unidade habitacional
VPL	Valor Presente Líquido
Wp	watt-pico

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
2	HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL: DIREITO E DEMANDA	24
2.1	Habitação como um direito social.....	24
2.2	A oferta de habitações de interesse social	26
2.2.1	Moradias populares em Teresina	31
2.3	Habitações sociais e energia	34
3	ENERGIA E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL	40
3.1	Energia e sociedade	41
3.2	Energia e meio ambiente	43
3.3	Energia e economia	53
4	POLÍTICA HABITACIONAL NO BRASIL: DIFERENTES SISTEMAS, SEMELHANTES RESULTADOS?	59
4.1	Introdução.....	59
4.2	A questão habitacional no Brasil ao longo do tempo	60
4.3	Antes da falta de moradia tornar-se um problema público	61
4.4	O Estado começa a assumir a responsabilidade pela questão habitacional	64
4.5	Primeira Política Nacional de Habitação no Brasil	66
4.6	Nova forma de governo, nova política habitacional.....	69
4.7	Considerações finais.....	76
4.8	Referências	77
5	REFLEXÕES SOBRE O DESEMPENHO DO PROGRAMA MINHA CASA MINHA VIDA (PMCMV): ESTUDO EM TERESINA, PIAUÍ.....	80
5.1	Introdução.....	81
5.2	Revisão teórica.....	83
5.2.1	O Programa Minha Casa Minha Vida.....	83
5.2.2	Algumas características da cidade de Teresina	84
5.3	Metodologia	86
5.4	Resultados e Discussão.....	87
5.4.1	Programa Minha Casa Minha Vida no Brasil	87
5.4.2	Números do Programa Minha Casa Minha Vida em Teresina	91
5.5	Considerações finais.....	102
5.6	Referências.....	104

6	SOL PARA GERAR ELETRICIDADE: UM ESTUDO EM HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL	107
6.1	Introdução.....	108
6.2	Metodologia	111
6.3	Resultados e discussão	117
6.4	Considerações finais.....	128
6.5	Referências.....	130
7	MAIS CUSTOS OU MENOS DESPESAS? A RELAÇÃO ENTRE POBREZA ENERGÉTICA E SISTEMAS FOTOVOLTAICOS NO PROGRAMA MINHA CASA MINHA VIDA	134
7.1	Introdução.....	134
7.2	Metodologia	137
7.3	Resultados	140
7.4	Considerações finais.....	148
7.5	Referências.....	149
8	CONCLUSÃO	152
	REFERÊNCIAS	156

1 INTRODUÇÃO

Para que o desenvolvimento sustentável seja alcançado e mantido, é necessário que haja o respeito a seus três pilares: social, econômico e ambiental. Embora o viés ambiental seja essencial, os aspectos sociais também são relevantes, pois o bem-estar da população é de extrema importância ao desenvolvimento da sociedade. As pessoas têm se concentrado cada vez mais nas cidades, as quais ganharam papel de destaque para a construção do desenvolvimento sustentável, sendo necessário o planejamento adequado e eficaz de sua ocupação. No viés social do desenvolvimento, as cidades precisam ser pensadas para todos, a quem devem ser garantidas, entre outras necessidades, o acesso à moradia digna, como parte imprescindível do direito a um padrão de vida adequado, sem esquecer de buscar minimizar os impactos ambientais inerentes à urbanização (UNITED NATIONS, 2017).

Nessa direção, foi criada a Agenda 2030, programa de planejamento e ação cooperativa global, que concilia a proteção ambiental, a justiça social e a eficiência econômica. A partir deste programa, os países membros da Organização das Nações Unidas (ONU) comprometeram-se com 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e 169 metas a serem buscadas até 2030. Entre os objetivos, destacam-se o décimo primeiro, intitulado “Cidades e Comunidades Sustentáveis”, que entre suas metas, está o acesso de todos à habitação segura, adequada e a preço acessível, como, também, o sétimo objetivo, que se refere à energia acessível e limpa (UNITED NATIONS, 2015).

Visando alcançar a meta de prover habitação segura para todos e diante das dificuldades encontradas, principalmente, pelas famílias de baixa renda para adquirir sua casa própria pelos meios tradicionais do mercado, são necessárias políticas habitacionais que garantam habitações dignas, bem integradas à malha urbana, com infraestrutura adequada e que concedam oportunidades de acesso à cidade e seus benefícios. Assim, a população será atendida não só pela estrutura física, mas pela qualidade de vida que a inserção urbana adequada pode prover.

Um dos aspectos de infraestrutura incluídos nas políticas habitacionais é o acesso à energia elétrica. Embora não seja um direito claramente assegurado pela Constituição Federal do Brasil, a eletricidade é um direito social fundamental, por possibilitar uma vida digna e permitir o desenvolvimento do indivíduo, além do seu fornecimento ser uma obrigação do Estado, por meio de políticas públicas (RANGEL, 2015). Em consonância, o acesso universal, confiável e economicamente acessível a serviços de energia, entre os quais está a energia

elétrica, também é meta da Agenda 2030, no ODS 7 (UNITED NATIONS, 2015), reforçando a importância de ações que visem ampliar a utilização deste insumo.

A eletricidade possibilita às pessoas o maior conforto térmico, auxilia na conservação de alimentos e no fornecimento de água, por exemplo. Entretanto, o setor energético produz impactos ambientais, desde a captura dos recursos para a geração elétrica até o consumo final, tais como alagamento de grandes áreas e deslocamento de população socialmente vulnerável para construção de grandes usinas hidrelétricas, poluição do ar e emissão de gases de efeito estufa relacionados à queima de combustíveis fósseis, contaminação radioativa por meio de resíduos de usinas nucleares, degradação ambiental para instalação dos sistemas de transmissão e distribuição entre outros (ROMÉRO; REIS, 2012). Assim, é importante mitigar estes impactos na busca pelo desenvolvimento sustentável, a partir, por exemplo, de uma melhor utilização da energia já existente e da adoção de mais fontes renováveis, preferencialmente instaladas próximas aos locais de consumo. Em virtude da importância da energia para a sociedade, é preciso pensar em como atender à crescente demanda deste insumo para toda a população, inclusive a mais carente, com o mínimo de impacto ambiental.

Em 2019, as residências brasileiras responderam por 29,6% do consumo nacional de energia elétrica, ficando apenas atrás das indústrias, com 34,8%, e sendo o setor com maior número de consumidores de eletricidade do país (EPE, 2020a). Aproximar as fontes elétricas renováveis das habitações pode contribuir para a redução dos impactos ambientais resultantes do seu uso, conceder acesso a este insumo a preços mais acessíveis e de forma mais segura à população beneficiada. Nesta linha, é necessário que o melhor aproveitamento energético residencial seja considerado nas políticas habitacionais, as quais devem ter as famílias de menor renda como principal foco.

No Brasil, esse entendimento começou a ser incorporado, com ações voltadas para a produção de habitações populares e, posteriormente, para melhorias do acesso à energia. Na década de 2010, a principal ferramenta do governo federal brasileiro para atender à demanda habitacional foi o Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV), lançado em 2009, com abrangência nacional e com o objetivo de promover a produção e aquisição de novas moradias para famílias com até dez salários mínimos de renda mensal (BRASIL, 2009). Apenas em 2021, o PMCMV foi substituído pelo Programa Casa Verde e Amarela, com a sanção da Lei nº 14.118, em 12 de janeiro de 2021 (BRASIL, 2021a). Nesta lei, foram definidas alterações da legislação específica do PMCMV, ao invés de revogá-la, de modo que os parâmetros estabelecidos para o programa criado em 2009 foram usados como referência para o Casa Verde e Amarela.

Quanto ao acesso à eletricidade previsto no PMCMV, em 2011, a instalação de sistemas de energia solar para aquecimento de água do chuveiro tornou-se obrigatória em todo o país, o que possibilitaria diminuir a demanda elétrica do Sistema Interligado Nacional (SIN), com o incremento das fontes alternativas de energia em moradias populares, aproveitando o alto potencial solar nacional (BRASIL, 2011; ISSA *et al.*, 2019; VALE *et al.*, 2017). Além do uso da Energia Solar Térmica, em junho de 2012, o Conselho das Cidades, vinculado ao Ministério das Cidades, sugeriu a adoção de sistemas de energia solar fotovoltaicos alternativos aos sistemas de aquecimento solar nas unidades habitacionais do PMCMV, visando reduzir os custos de energia elétrica e o impacto sobre os gastos das famílias de baixa renda, sobretudo nos municípios onde a temperatura média é alta (BRASIL, 2012). Desta forma, seria possível um maior respeito às necessidades das famílias, permitindo a adoção do sistema de energia solar mais compatível com as condições climáticas de cada região.

A partir de 2016, no PMCMV, os sistemas de aquecimento solar passaram a ser opcionais para as regiões Norte e Nordeste, permanecendo obrigatórios para o restante do país, e podendo ser substituídos por sistema alternativo de geração de energia. Ademais, começou a ser exigido que, nos projetos, fossem previstas estratégias para redução do consumo de energia nos empreendimentos, tanto em suas edificações residenciais, quanto nas áreas de uso comum e equipamentos públicos e privados do território (BRASIL, 2016, 2017a). Essas medidas permitem entender que existia interesse do governo federal brasileiro em minimizar o consumo de energia, mas sem impedir o acesso ao conforto e demais benefícios da eletricidade às famílias de baixa renda, ou seja, melhorando a eficiência energética dos imóveis. Faltava, ainda, estabelecer os parâmetros mínimos dos sistemas a serem escolhidos, e exigir a adoção de tecnologias adequadas a cada região.

Apenas em novembro de 2017, o Ministério das Cidades publicou a Portaria nº 643 (BRASIL, 2017b), com foco específico na utilização de sistemas alternativos de geração de energia nas unidades habitacionais, construídas por meio do PMCMV, com recursos do Fundo de Arrendamento Residencial (FAR) ou do Fundo de Desenvolvimento Social (FDS), sustentando a possibilidade de aumento de R\$ 3.000,00 no valor de aquisição de cada imóvel para a instalação dos sistemas, já prevista nas portarias do ano anterior. Esses sistemas deveriam utilizar fontes renováveis, tais como a energia solar – que poderia ser Sistema de Aquecimento de Água (SAS) ou Sistema Fotovoltaico (SFV) –, eólica, biomassa, oceânica ou outras a serem reconhecidas posteriormente, com clara preferência ao sistema por energia solar. Estranha-se, entretanto, que, nesse documento, foi mantida como obrigatória a

instalação de sistemas de geração de energia em unidades habitacionais localizadas nas regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul, continuando a instalação desses sistemas nas residências das regiões Norte e Nordeste apenas como opcional.

Ademais, considera-se, nessa Portaria, o SAS como equivalente ao SFV, que em alguns casos podem ter o mesmo objetivo, mas que nas regiões mais quentes do país não trazem resultados equivalentes, pois, nessas áreas, a demanda por aquecimento de água é menor que a de regiões que apresentam temperaturas mais baixas. Os sistemas fotovoltaicos, por sua vez, permitiriam a geração de energia a ser utilizada nas residências, inclusive para condicionamento de ar, visando a climatização mais adequada dos ambientes. De acordo com um estudo da Federação das Indústrias do Estado de São Paulo (FIESP, 2017), estes sistemas seriam viáveis economicamente para as habitações de interesse social, pois a economia mensal estimada com a energia produzida na habitação equivaleria a 28% da prestação do imóvel, permitindo que o valor da aquisição e instalação do sistema fosse repassado aos beneficiados pelo programa, com os custos inseridos no financiamento.

Quanto à distinção territorial prevista na portaria, uma vez que a região Nordeste é a que possui os maiores e mais estáveis valores de irradiação solar no país e com condições climáticas propícias à geração de energia por meio de sistemas solares, a determinação do governo federal contradiz o potencial inerente à utilização desses sistemas nessa região. Nesta linha, Vale *et al.* (2017) verificaram que, desconsiderando as diferenças tributárias estaduais, a instalação de sistemas fotovoltaicos em unidades do PMCMV no Piauí resultaria em retorno financeiro mais rápido do que em habitação similar em São Paulo, devido à maior irradiação solar no território piauiense.

Issa *et al.* (2019) defendem que as mudanças nos normativos do PMCMV quanto à utilização de fontes alternativas de energia nas habitações tiveram alto impacto sobre o desempenho energético das edificações e na melhoria do modelo habitacional desenvolvido ao longo do tempo, ao influenciar na economia, sustentabilidade e custo do imóvel; mas ainda há alterações necessárias às legislações, visando a redução do impacto energético do PMCMV. A escolha das fontes a serem adotadas precisa considerar as peculiaridades de cada região, de modo a permitir maior e melhor acesso à eletricidade para as famílias. Sistemas elétricos compatíveis com a realidade local podem minimizar o impacto dos custos com eletricidade nas rendas das famílias, bem como aumentar a possibilidade de acesso a novas tecnologias que permitam mais conforto e qualidade de vida. Assim, a eficiência energética e a utilização de fontes renováveis de energia devem ser estimuladas, contribuindo, ainda, com o desenvolvimento sustentável do país.

Outrossim, Cavalcante (2013) entende que as políticas públicas voltadas a promover o acesso à energia elétrica têm como focos principais construir a cidadania e diminuir a exclusão social, ao expandir as oportunidades sociais resultantes do acesso a este insumo, vinculadas a uma vida mais digna, tais como melhores condições de saúde, educação, lazer e moradia. Essa visão segue a mesma linha que a de Sen (2010), o qual defende que as políticas públicas podem aumentar a capacidade das pessoas de usufruir da vida que desejam, conduzindo a um desenvolvimento baseado não apenas em melhores condições de renda, mas também em acesso a serviços públicos e oportunidades econômicas, por exemplo.

Assim, nas políticas públicas, precisam ser previstas ações para as várias dimensões do desenvolvimento humano, o qual se baseia não apenas na renda dos indivíduos, mas também no acesso à habitação, saúde, educação, lazer e segurança. Vários fatores devem ser avaliados para mensurar a condição de vida das pessoas, e um deles é o acesso à energia, em vista dos argumentos aqui apresentados.

Destaca-se, ainda, o conceito de pobreza energética, que, de acordo com Day, Walker e Simcock (2016, p. 260 tradução nossa), é a “inaptidão de realizar capacidades essenciais como resultado direto ou indireto de acesso insuficiente a serviços de energia acessíveis, confiáveis e seguros, e levando em consideração os meios alternativos razoáveis disponíveis para realizar essas capacidades”. Assim, o acesso à eletricidade precisa ser garantido não só em quantidade, mas também em qualidade e a custos compatíveis com as condições financeiras dos cidadãos, visando viabilizar a usufruto das tecnologias que impulsionem o desenvolvimento social.

Gomes (2018) constatou que, na área urbana do Brasil, a pobreza energética foi mais presente na forma de vulnerabilidade dos consumidores, com dificuldade de arcar com os custos de eletricidade e de possuir edificações energeticamente eficientes, principalmente no que tange à refrigeração dos ambientes. A possibilidade de geração distribuída nas residências poderia levar ao empoderamento e maior conscientização do consumo quanto ao uso e sustentabilidade ambiental da energia, impulsionando o desenvolvimento das pessoas pela ampliação das capacidades decorrentes do uso deste insumo. Assim, uma das formas de combater a pobreza energética, que pode ser resumida como a falta de acesso à energia adequada ao atendimento das necessidades básicas de iluminação, aquecimento e refrigeração, seria integrar o planejamento energético nas políticas públicas habitacionais, como o uso de sistemas solares compatíveis com as necessidades das famílias de cada região.

Então, destaca-se a importância da realização de estudos, como este, voltados para aspectos relacionados a programas de habitação de interesse social e de fontes de energia

renováveis, que contemplem os três pilares da sustentabilidade, enfocando questões sociais, ambientais e econômicas. Por meio do viés social, é possível buscar a melhoria da inclusão social de famílias com vulnerabilidade social e a análise da pobreza energética. O aspecto econômico pode ser abordado na avaliação das metas e aplicação dos recursos públicos investidos no PMCMV, bem como no estudo de viabilidade da implantação de sistemas fotovoltaicos. O incentivo ao uso de energias renováveis possibilitará, também, alcançar benefícios ambientais, com a redução de impactos socioambientais referentes à expansão do sistema elétrico, necessária ao atendimento de novas demandas energéticas.

Dessa forma, questiona-se como, no Brasil, as políticas públicas habitacionais evoluíram na busca para garantir moradias às famílias de baixa renda? Nessa direção, o Programa Minha Casa Minha Vida, principal ferramenta brasileira de promoção habitacional da década de 2010, conseguiu reduzir o déficit habitacional em quantidade e promovendo a inclusão social dos seus beneficiados? À luz da legislação do próprio PMCMV quanto ao uso de fontes renováveis de energia nas habitações sociais, quais foram os sistemas de energia contratados? A opção por sistemas fotovoltaicos seria viável econômica e ambientalmente em habitações de interesse social da região Nordeste? A pobreza energética existe no Nordeste e poderia ser minimizada com a adoção de SFV nas moradias das famílias de baixa renda?

Tem-se como hipóteses que, embora houvesse uma previsão formal de prioridade para a população mais vulnerável, as famílias mais carentes não foram as mais beneficiadas na execução das políticas habitacionais. Os empreendimentos executados pelo PMCV não foram direcionados, de forma prioritária, para o benefício das famílias mais vulneráveis e carentes. Também, acredita-se que o PMCMV tenha contribuído com a redução do déficit habitacional quantitativo, mas sem garantir a inclusão social das famílias de baixa renda. Afirma-se, ainda, que, entre as tecnologias alternativas de energia contratadas por meio do citado programa, os sistemas solares do tipo Sistema de Aquecimento Solar tenham predominado na região Nordeste do país, mesmo considerando que são mais compatíveis com locais de baixas temperaturas. Acredita-se que, para esta região, é viável o uso de Sistemas Fotovoltaicos, configurando-se como uma opção de energia limpa para todos, acessível para a população de baixa renda e econômica para o governo federal. Além disso, considera-se que a pobreza energética existe entre famílias do Nordeste brasileiro, mas que poderia ser minimizada com o uso dos SFV em habitações de interesse social.

Desta forma, o objetivo geral deste estudo foi analisar os impactos da atuação do Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV) para a população de baixa renda, em relação à

inclusão social e ao potencial de uso da energia fotovoltaica para a redução da pobreza energética, tendo como enfoque o município de Teresina, Piauí.

Como objetivos específicos, buscou-se:

1. Discutir sobre aspectos relacionados às políticas públicas habitacionais no Brasil;
2. Verificar o desempenho do Programa Minha Casa Minha Vida, quanto às suas metas, recursos públicos investidos e distribuição das contratações no país;
3. Refletir sobre a promoção da inclusão social dos beneficiados pelo PMCMV, na cidade de Teresina;
4. Estudar a distribuição das fontes renováveis de energia contratadas para habitações de interesse social no Brasil por meio do programa em análise;
5. Estimar a viabilidade da implantação de sistemas fotovoltaicos em habitações da faixa 1 do PMCMV, em Teresina;
6. Mensurar o benefício financeiro da adoção destes sistemas de energia solar para a pobreza energética das famílias de baixa renda beneficiadas pelo PMCMV.

Neste trabalho foi utilizado o método descritivo-analítico, apoiado por pesquisa bibliográfica e documental. Para o embasamento teórico, em relação à Habitação de Interesse Social, apoiou-se na visão de Bonduki (1994; 2011; 2014), Buonfiglio (2018), Draibe (1990), Maricato (2013; 2015; 2017) e Rolnik (ROLNIK; KLINK, 2011; ROLNIK *et al.*, 2015). Enquanto para tratar da energia e sua relação com o desenvolvimento sustentável, baseou-se em Cavalcante (2013), Jannuzzi e Goldemberg (2012), Pereira *et al.* (2017), Roméro e Reis (2012) e Turconi, Boldrin e Astrup (2013). Já para o estudo de pobreza energética, destacam-se os autores Gomes (2018), Piai, Gomes e Jannuzzi (2020) e Thema e Vondung (2020).

De forma resumida, como metodologia, foi realizado levantamento de dados em órgãos públicos, como o Ministério do Desenvolvimento Regional e a Prefeitura Municipal de Teresina, sobre a atuação do PMCMV em Teresina, no período de 2010 a 2019, abordando aspectos relativos à inclusão social do programa. Foram estimados, ainda, os níveis de irradiação solar em habitações sociais de Teresina, com base no Atlas Brasileiro de Energia Solar, analisando seus potenciais de geração fotovoltaica em cinco cenários de consumo, por meio de parâmetros econométricos. Posteriormente, com dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e da Empresa de Pesquisa Energética (EPE), a pobreza energética de famílias de baixa renda beneficiadas pelo PMCMV foi estimada a partir de indicadores baseados nas despesas das famílias com energia e em sua renda média, sendo, ainda, calculada a redução dessas despesas com a adoção dos SFV previstos nesse programa habitacional. Destaca-se que os procedimentos metodológicos se encontram mais detalhados

ao longo dos capítulos quatro a sete, que se referem aos resultados da pesquisa, apresentados em forma de artigos, os quais foram enviados a periódicos com avaliação mínima B2 no Qualis Capes.

Dessa forma, este documento está composto, além da **Introdução**, que contempla a contextualização, a justificativa, os problemas, hipóteses e objetivos, síntese da metodologia e estrutura da tese, por dois capítulos de referencial teórico, quatro capítulos de resultados, conclusões finais e referências bibliográficas, descritos a seguir.

No segundo capítulo da tese, denominado **Habitações de Interesse Social**, procurou-se demonstrar a importância da habitação para o ser humano, como ela vem sendo promovida para as famílias de baixa renda e como as políticas habitacionais podem, juntamente com o combate ao déficit habitacional, inserir medidas voltadas ao melhor aproveitamento energético. Já no terceiro capítulo, intitulado **Energia e Desenvolvimento Sustentável**, relacionou-se a energia com os três pilares do desenvolvimento sustentável, visando demonstrar a importância deste insumo para a sociedade, a economia e o meio ambiente.

No quarto capítulo, tem-se o primeiro artigo, denominado **Política habitacional no Brasil: diferentes sistemas, semelhantes resultados?**, em que foram explanadas reflexões a respeito da evolução da tratativa da produção habitacional por meio de políticas públicas no Brasil.

O quinto capítulo, por sua vez, contempla o segundo artigo, cujo título é **Reflexões sobre o desempenho do Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV): estudo em Teresina, Piauí**, no qual foi analisada a atuação do PMCMV no Brasil e, a partir da identificação dos empreendimentos contratados para Teresina, foi verificada a influência deste programa na inclusão social dos beneficiados, a partir da localização dos imóveis e do desenvolvimento econômico das regiões escolhidas para sua implantação.

Já no sexto capítulo, apresenta-se o terceiro artigo, denominado **Sol para gerar eletricidade: um estudo em habitações de interesse social**, em que, após conhecer a distribuição de fontes alternativas contratadas por meio do PMCMV no Brasil, foi analisada a viabilidade econômica e ambiental da implantação de sistemas fotovoltaicos em habitações sociais na cidade de Teresina.

O sétimo capítulo refere-se ao quarto artigo, intitulado **Mais custos ou menos despesas? A relação entre pobreza energética e sistemas fotovoltaicos no Programa Minha Casa Minha Vida**, em que se estima, de forma objetiva, a pobreza energética de famílias beneficiadas pela faixa 1 do PMCMV no Piauí, Nordeste e Brasil, bem como

mensura o impacto da adoção de sistemas fotovoltaicos nos custos com eletricidade dessa parcela da população.

Nas **Conclusões** são apresentadas as ponderações finais acerca dos impactos da atuação do Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV) para a redução da demanda habitacional e do uso de sistemas de energia solar fotovoltaicos para a redução da pobreza energética. Enquanto nas **Referências**, são listados todos os autores citados na tese.

2 HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL: DIREITO E DEMANDA

Neste capítulo, é apresentado como a literatura científica e normativos consolidados entendem a habitação como um direito social, destacando a importância da oferta de habitações de interesse social para a garantia desse direito. Ademais, são exemplificadas associações das políticas habitacionais a políticas energéticas, com os benefícios e dificuldades encontradas em pesquisas já realizadas.

2.1 Habitação como um direito social

A habitação foi estabelecida como uma das necessidades básicas à garantia da saúde e bem-estar das famílias na Declaração Universal dos Direitos Humanos (UNESCO, 1948, p. 4), consagrada pela Assembleia Geral das Nações Unidas de 1948, quando, em seu artigo 25, é descrito que:

Artigo 25º

1. Toda pessoa tem direito a um padrão de vida capaz de assegurar a si e a sua família saúde e bem-estar, inclusive alimentação, vestuário, habitação, cuidados médicos e os serviços sociais indispensáveis, o direito à segurança, em caso de desemprego, doença, invalidez, viuvez, velhice ou outros casos de perda dos meios de subsistência em circunstâncias fora de seu controle.

Neste documento, a moradia foi considerada tão importante para as pessoas quanto a alimentação e os cuidados médicos, demonstrando o quanto é essencial à vida digna dos cidadãos. Passou, então, a ser um direito reconhecido a todos e que as nações devem buscar garantir aos seus cidadãos.

Na Agenda 2030 (UNITED NATIONS, 2015, p. 24), a habitação ganha ainda mais destaque na busca pelo desenvolvimento sustentável, sendo foco da primeira meta do 11º Objetivo do Desenvolvimento Sustentável:

Objetivo 11. Tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis.

11.1 Até 2030, garantir o acesso de todos a habitação adequada, segura e a preço acessível, e aos serviços básicos, bem como assegurar o melhoramento das favelas

Neste ato internacional, é reforçado que a residência precisa ser garantida e adequada, em prol do desenvolvimento sustentável. Considerando a heterogeneidade das condições econômicas das famílias, as de menor renda tem maior dificuldade de arcar com as moradias pelos meios normais de mercado, sendo necessário, então, ofertar residências com custos

compatíveis com as diferentes realidades econômicas. Os imóveis, mesmo os mais baratos, devem ser bem integrados à cidade, com acessos serviços básicos de saúde, educação, transporte, emprego e geração de renda, visando promover a inclusão dos moradores, enquanto visa a resiliência do ambiente e a segurança dos cidadãos.

Também no âmbito nacional, no Brasil, a moradia é considerada um direito social, assim como educação, saúde e trabalho, visto que foi incluída no artigo 6º da Constituição Federal Brasileira em 2000 (BRASIL, 1988). Assim, o estado brasileiro entende a habitação como um direito fundamental à vida digna de seus cidadãos, o qual deve ser promovido pela nação. Como a composição da moradia vai além da edificação, comportando ainda sua integração na malha urbana, por meio da infraestrutura da região e acesso aos outros direitos sociais, a participação do governo torna-se essencial à garantia do acesso às famílias, principalmente as de menor renda.

Independente da condição econômica, etnia ou localidade, todos precisam de habitação. Sobre isso, Debarba *et al.* (2017, p. 3) defendem que:

O direito à moradia é entendido como essencial à vida humana, na medida em que preenche as necessidades físicas, psicológicas e sociais. Físicas, ao permitir segurança e acolhimento diante às situações externas; psicológicas, ao proporcionar um significado de pertencimento pessoal e privado; sociais, por possibilitar um espaço comum para a família, podendo ser considerado como unidade base da sociedade.

Diante dessa amplitude da demanda habitacional, a moradia foi considerada arena fundamental no combate às mudanças climáticas, precisando ser resiliente ao clima, assegurar os benefícios à saúde e permitir relações sociais dos moradores a partir da integração à cidade (EDWARDS; BULKELEY, 2017). Ela deve ser planejada visando prover o direito à cidade, sem o qual é negado o direito à própria cidadania (ZÜRCHER, 2019). Souza e Silva (2019) consideraram o acesso à moradia como um dos principais direitos sociais, por ser intermediária para os outros direitos sociais previstos no sexto artigo da Constituição brasileira, mas que ainda é interpretada no país apenas como um produto de mercado.

Como um direito formalmente reconhecido tanto no Brasil quanto em atos internacionais, a habitação é importante para os seus moradores, por possibilitar qualidade de vida, ao contribuir com a saúde física, a condição psicológica e a integração social de cada cidadão; mas também é importante para a sociedade como um todo, ao ser palco de ações que podem mitigar ou intensificar as mudanças climáticas, enquanto o desenvolvimento social de cada indivíduo, garantido pela melhor qualidade de vida, pode contribuir com o

desenvolvimento da sociedade. Entretanto, a moradia ainda não foi assegurada a toda a população, sendo entendida mais como uma mercadoria, capaz de prover renda a quem a vende, e sendo de difícil acesso às famílias de menor renda, que dependem do Estado para usufruir deste direito.

Para esta parcela mais carente da população, a habitação é percebida como um problema, visto que não podem arcar com os custos de aquisição pelo mercado formal, sendo necessário recorrer a políticas públicas (ZÜRCHER, 2019). Quando construídas com auxílio de recursos públicos, Shimbo (2016) denomina-as habitações de interesse social, por serem promovidas pelo Estado. Balbim e Krause (2014) descrevem a moradia social como aquela que dispensa a participação financeira do morador e são uma alternativa ao mercado imobiliário. Já Rolnik *et al.* (2015) e Ferreira *et al.* (2019) restringem este conceito às habitações fortemente subsidiadas com recursos públicos, enquanto entendem que o Estado pode promover, ainda, moradias populares, para as quais o poder estatal facilita a aquisição, mas maior participação financeira é dos moradores.

Para este trabalho, a habitação de interesse social foi interpretada como aquela subsidiada em sua quase totalidade pelo Estado e destinada, como moradia própria, às famílias de baixa renda, cujo rendimento não ultrapassa os três salários mínimos mensais, a parcela da população com maior dificuldade de adquirir os imóveis pelo mercado imobiliário formal. Embora este seja o conceito que se tenha percebido como o mais adequado ao caso brasileiro, os estudos apresentados neste capítulo podem apresentar outras formas de aquisição (como locação social, ou completamente subsidiada, por exemplo), mas concordam que a habitação social é aquela destinada a famílias de menor renda.

2.2 A oferta de habitações de interesse social

As habitações de interesse social são uma forma de garantir a todos o direito à moradia, pois são ferramentas promovidas pelo poder público para possibilitar este acesso às pessoas mais vulneráveis. Sua adoção é incentivada na Nova Agenda Urbana, firmada por 167 países na Conferência das Nações Unidas Sobre Habitação e Desenvolvimento Urbano Sustentável (Habitat III), ocorrida em Quito, Equador, em 2016, e que estabelece princípios e práticas a serem adotadas pelos países na busca pela urbanização melhor e mais sustentável. Nesta Agenda, os países comprometeram-se a promover políticas habitacionais que possibilitassem um padrão de vida adequado a seus cidadãos por meio da garantia de moradias aos grupos mais vulneráveis, entre eles, as famílias de baixa renda (UNITED

NATIONS, 2017). Estas políticas já vinham sendo executadas nos países, mas este acordo internacional reforçou a importância, para o desenvolvimento sustentável, das habitações sociais adequadas, ou seja, bem integradas à cidade e permitindo a diminuição das desigualdades sociais.

No Brasil, em 2020, foi lançado o Programa Casa Verde e Amarela, pelo governo federal, com previsão de financiamento de novas habitações, regularização fundiária e melhoria habitacional para famílias com renda mensal de até R\$7.000,00, quando residentes em área urbana, ou com renda anual de até R\$84.000,00, no caso de famílias que morem em área rural (BRASIL, 2021a). Com sua execução ainda no início e poucas publicações referentes aos parâmetros a serem exigidos neste programa, seu antecessor, o Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV), lançado em 2009, ainda pode ser adotado como referência na promoção de habitações sociais no país.

Por meio do PMCMV, o governo federal brasileiro ofertou moradias populares em larga escala por meio de financiamento público para a produção de moradias por construtoras privadas (FERREIRA *et al.*, 2019). As habitações sociais promovidas foram subsidiadas em sua quase totalidade para a população de baixa renda, enquanto as famílias que recebiam entre três e dez salários mínimos eram beneficiadas com crédito imobiliário facilitado (BRASIL, 2009; LIMA NETO; KRAUSE; FURTADO, 2015).

Políticas diferentes foram encontradas no âmbito internacional. Na Argentina, o Programa de Crédito PRO.CE.AR concedeu financiamento imobiliário para as famílias adquirirem imóvel construído pelo governo, reformarem sua moradia ou construírem uma nova em lotes cadastrados para o público do programa, permitindo assim uma adequação da solução habitacional de acordo com a necessidade e condição econômica de cada grupo familiar (DANERI, 2016). Esta última solução foi também adotada no México, onde o governo abdicou da construção de habitações sociais, após um fracasso social e econômico da produção massiva de moradias, para apenas fornecer créditos imobiliários às famílias para que pudessem construir suas casas pela iniciativa privada ou por autoprodução. Neste país, o crédito era concedido por instituições estatais de acordo com a fonte de renda: trabalhador de instituição privada, servidor público, ou se família em situação de pobreza (GARZA, 2017).

Já no Chile, por meio do Programa *Fondo Solidario de Vivienda* (FSV), o poder estatal concedeu subsídios e linhas de crédito imobiliário para que as famílias pudessem complementar uma poupança incentivada para a construção das moradias, estabelecendo parâmetros mínimos de arquitetura e localização para os imóveis, que influenciavam no valor do subsídio concedido (PARRA, 2016; VERGARA-ERICES; CONTRERAS, 2016). Desde

2014, a política habitacional do país incorporou a concessão de subsídios para aluguel de imóveis, ampliando, assim, a oportunidade para as famílias escolherem moradias em regiões com infraestrutura consolidada (RAZMILIC, 2015).

A locação de habitações sociais é uma solução que já havia sido adotada em países desenvolvidos, como Estados Unidos, França e Inglaterra, onde a cultura da casa própria não é tão enraizada como nos países em desenvolvimento. Nesses países, embora tenham direcionado subsídios e créditos para financiamento da casa própria, principalmente para as famílias em extrema pobreza, a maior parte dos incentivos estatais foi destinada a produção privada de moradias para aluguel social, tanto para as empresas construtoras dos imóveis, quanto para as famílias beneficiadas, visando minimizar o comprometimento da renda familiar (CALDERÓN; HEPP, 2019).

Na busca de conceder moradias para toda a população, os governos precisam encontrar soluções compatíveis com a sua realidade. Independente do desenvolvimento de cada país, cabe ao poder público auxiliar a parcela mais carente da população a usufruir o direito de moradia, por meio de políticas públicas habitacionais que ofertem subsídios e créditos imobiliários de acordo com a faixa de renda da população. Não há um padrão a ser seguido por todos; os imóveis podem ser ofertados para aquisição ou aluguel; os benefícios podem ser subsídios ou facilidade de crédito. O importante é que as habitações sociais sejam de custo acessível e contribuam com a melhoria da qualidade de vida dos beneficiados.

Entretanto, o que a literatura aponta, principalmente em países em desenvolvimento, como Brasil (FERREIRA *et al.*, 2019; LIMA NETO; KRAUSE; FURTADO, 2015; ROLNIK *et al.*, 2015), Chile (VERGARA-ERICES; CONTRERAS, 2016), Argentina (DANERI, 2016) e México (GARZA, 2017), é que as habitações sociais foram, em geral, localizadas em áreas periféricas, nas frestas da mancha urbana, carentes de infraestrutura e acesso a serviços básicos, sendo resultados de políticas habitacionais que, ao contrário do seu propósito devido, intensificaram as desigualdades sociais, promovendo moradias de baixa qualidade e com pouca promoção do direito à cidade.

As famílias de baixa renda, sujeitas às políticas habitacionais, foram submetidas a escolher entre o relento, o endividamento ou as habitações de interesse social construídas em locais distantes dos centros comerciais e com precária infraestrutura e acesso à cidade (SOUZA; SILVA, 2019). Outra solução encontrada pela população mais vulnerável foi apelar ao mercado informal ou ao aluguel de edificações melhor localizadas, mas deterioradas (GATICA; ALA-LOUKO; LABBÉ, 2015). Sobre essa baixa qualidade dos imóveis, Bonduki (1994) enfatiza que o fato de serem habitações sociais não deve ser usado como desculpa para

oferta de condições precárias de infraestrutura e insalubridade nos imóveis, como se construir casas baratas e inadequadas fossem a única alternativa no combate ao déficit habitacional.

As medidas estatais, no intuito de diminuir o déficit habitacional quantitativo, não deveriam, mas ampliaram o déficit qualitativo, relacionado à qualidade do imóvel em si e de sua integração no espaço urbano, apenas alterando a situação dos “pobres sem teto” para “pobres com teto”, ao intensificar as desigualdades sociais. Estas precisam ser combatidas mais efetivamente pelas políticas públicas, ofertando melhores condições de moradias às classes de menor renda, tanto quanto à qualidade da edificação quanto à localização.

Autores como Balbim e Krause (2014), Rolnik *et al.* (2015), Shimbo (2016) e Ferreira *et al.* (2019) concordam que a habitação social tem sido utilizada mais para valorização do capital do que para sanar o problema habitacional. Mas ela poderia ser usada como ferramenta de melhoria econômica e social.

Na Nova Agenda Urbana, a produção de habitação social foi apresentada como impulsionadora do desenvolvimento econômico, de forma inclusiva e sustentável, ao estimular outros setores da economia e a geração de emprego e renda (UNITED NATIONS, 2017). Outrossim, no estudo “Políticas Permanentes de Habitação”, publicado pela Fundação Getúlio Vargas, em 2014, foi considerado importante investir em habitações sociais, uma vez que resultam em melhoria para a economia nacional, ao propiciar renda, emprego e pagamento de tributos, além de acrescer a saúde e a qualidade de vida dos cidadãos e reduzir o déficit de atendimento às necessidades habitacionais das famílias (FGV, 2014). É possível perceber que há um reconhecimento da necessidade de acesso a moradias inclusivas e resilientes, mas ainda é apenas discurso, precisando refletir efetivamente nas políticas urbanas, respeitando a individualidade das regiões (HUCHZERMEYER; MISSELWITZ, 2016).

A orientação para as ações governamentais já foi escrita, em documentos como a Nova Agenda Urbana e a Agenda 2030, mas não tem sido seguida, refletindo que o conhecimento existe e não é adequadamente aplicado. Ao invés da integração social das famílias de menor renda, o que tem aumentado é a desigualdade social, com as políticas beneficiando mais o mercado do que a população carente. As habitações sociais, em geral construídas em larga escala, podem incrementar o mercado da construção civil, impulsionando a economia e a geração de empregos, mas a intervenção estatal, essencial na garantia do direito à moradia, não pode esquecer do real foco das políticas habitacionais, que é prover habitação para as famílias mais carentes.

O desenvolvimento urbano deve englobar não só o crescimento econômico e a modernização do espaço, mas também a qualidade de vida da população e a justiça social, de modo que a cidade dê igualdade de oportunidades a todos (VIEIRA; LOPES; FAÇANHA, 2019). A falta de acesso a equipamentos coletivos, como o transporte, e serviços urbanos, como a educação, acabam intensificando a segregação socioespacial a um ponto de exílio, de acordo com Maricato (2015), uma vez que, sem transportes eficientes e baratos e sem centros de formação de qualidade acessíveis, as pessoas ficam imobilizadas em seu bairro tanto fisicamente quanto produtivamente. Esta autora defende que, mais do que distribuir renda, é necessário distribuir a cidade, pois o aumento nos investimentos estatais intensificou a valorização imobiliária e a segregação socioespacial, sem garantir serviços urbanos de qualidade acessíveis a todas as classes sociais. Em contrapartida, Vergara-Erices e Contreras (2016) observaram que as dimensões social e espacial da segregação estão relacionadas, de modo que morar perto, por si só, não garante um aumento da sociabilidade entre os moradores, separados por condições sociais (econômicas, trabalhistas ou culturais) pouco permeáveis.

A segregação socioespacial foi intensificada pelas políticas habitacionais, tanto ao localizar os imóveis distantes dos centros econômicos como mantendo as regiões escolhidas carentes da infraestrutura que conecta os moradores às oportunidades de emprego, renda e lazer. Estas duas formas de segregação precisam ser trabalhadas, tendo em mente que a localização dos imóveis pode ser melhor escolhida para as habitações futuras, mas o desenvolvimento econômico das regiões pode ser trabalhado logo nas regiões onde as habitações sociais já foram ofertadas. Isso permitiria uma melhoria no acesso à cidade para as famílias já “beneficiadas” pelas políticas públicas.

Para o desenvolvimento sustentável das cidades, para as quais o crescimento populacional é uma questão constante, faz-se necessário um melhor aproveitamento dos espaços existentes, em uma urbanização mais coesa e compacta, de modo a minimizar a dispersão urbana e otimizar a utilização da infraestrutura, equipamentos urbanos e áreas verdes já existentes (SILVA; ROMERO, 2013). Gática, Ala-Louko e Labbé (2015) sugeriram que as políticas públicas promovam a construção de imóveis de uso misto nas áreas centrais, para que possam ser utilizados como moradias populares, ao mesmo tempo em que garantiriam a rentabilidade e funcionalidade dos imóveis para as atividades economicamente preponderantes na região, desestimulando o abandono das edificações à deterioração, sinônimo de especulação e desigualdade em uma sociedade capitalista.

Estas medidas poderiam ser aplicadas para as novas habitações sociais, buscando evitar a localização segregadora promovida pelas políticas já executadas. Otimizar áreas já existentes para a construção de residências permitiria minimizar, ainda, os investimentos no aumento da infraestrutura exigida para alimentar os bairros criados a partir de novos empreendimentos instalados na periferia dos municípios.

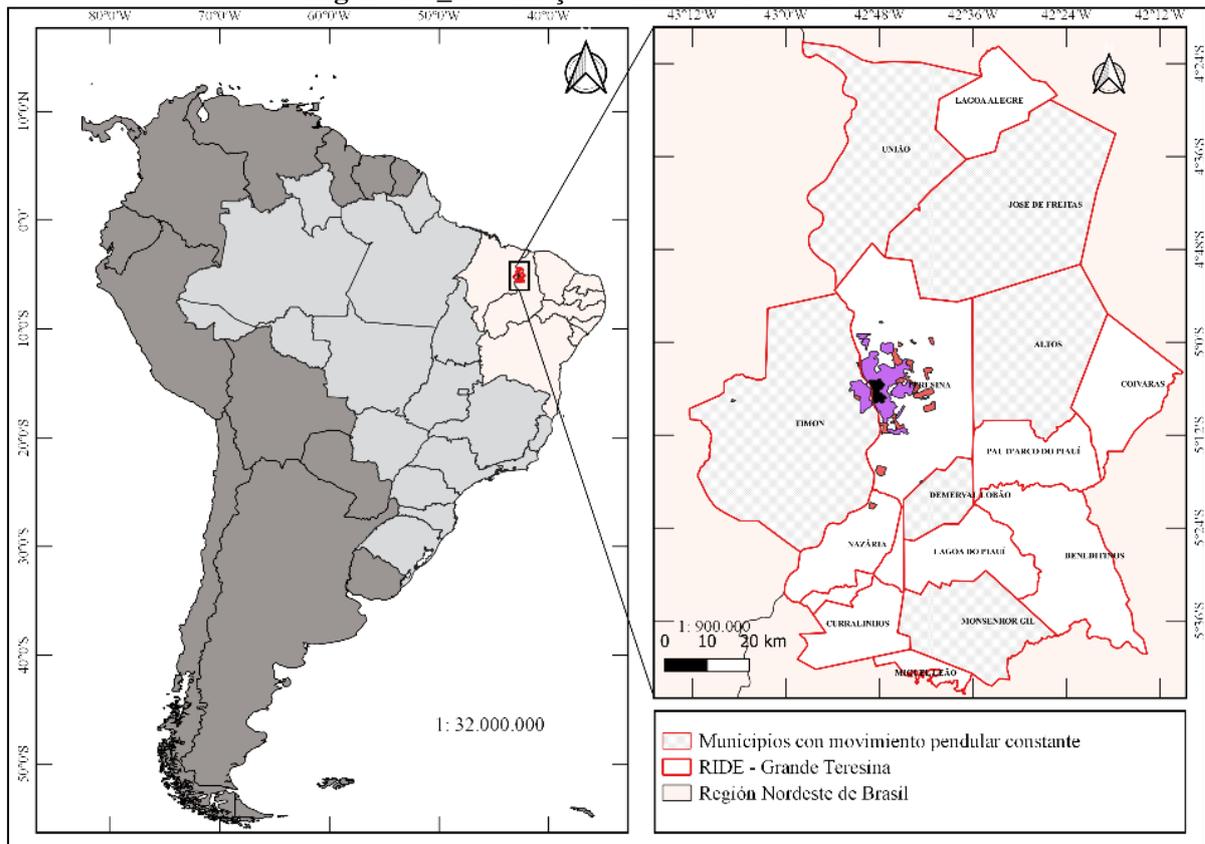
Além disso, a própria qualidade da edificação habitacional precisa ser melhorada. Marra, Morille e Assis (2017) apontaram que as moradias construídas por meio do PMCMV seguiram um padrão em todo o território nacional, demonstrando um baixo desempenho no conforto dos moradores, sem respeitar a individualidade das necessidades de cada região. Triana, Lamberts e Sassi (2015), ao avaliar o conforto térmico das edificações ofertadas pelo PMCMV em diferentes zonas brasileiras, chegaram à conclusão semelhante, identificando, ainda, que o desempenho das edificações foi inferior nas regiões mais quentes, como a região Nordeste.

No Brasil, a região Nordeste possui o segundo maior déficit relativo do país, perdendo apenas para a região Norte, e o segundo maior déficit absoluto, o qual foi liderado pela região Sudeste, entre 2009 e 2019 (FJP, 2019, 2021). Nesse período, esta região recebeu 1,59 milhão de unidades habitacionais ofertadas pelo PMCMV, das quais 779 mil foram do tipo habitação de interesse social, o equivalente a 27% das unidades promovidas pela faixa 1 do programa (BRASIL, 2021b). Diante de tantas unidades habitacionais entregues, são necessárias ações que visem melhorar estes imóveis, na tentativa de compensar o que a política pública não ofertou de início. Acredita-se que medidas voltadas a melhorar as habitações já entregues contribuiriam com a qualidade de vida dessa população que, mesmo com teto, continuam sofrendo com as desvantagens da má localização e pouco conforto térmico de suas moradias.

2.2.1 Moradias populares em Teresina

Dos nove estados da região Nordeste do Brasil, destacamos a capital do Piauí, Teresina. Fundada oficialmente em 16 de agosto de 1852 e localizada no centro-norte do estado, possui um clima tropical semiúmido, altas temperaturas e as estações do ano resumidas a dois períodos climáticos: o seco e o chuvoso (TERESINA, 2020b). É a cidade referência da Região Integrada de Desenvolvimento Econômico (RIDE) Grande Teresina (Figura 2.1), composta por mais treze municípios piauienses e a cidade maranhense Timon, com os quais se relaciona principalmente em função do movimento pendular das pessoas que moram nessas cidades, mas estudam e trabalham na capital (MELO FILHO, 2020).

Figura 2.1 Localização da RIDE -Grande Teresina



Fonte: Melo Filho (2020)

A população de Teresina foi estimada em 868 mil habitantes em 2020, distribuída em um território de 1.391,3 km². O Censo Demográfico de 2010 apontou que 38,6% da sua população possuía um rendimento nominal mensal per capita de até meio salário mínimo, e apenas 5,8% dos domicílios urbanos estavam localizados em vias públicas devidamente urbanizadas, ou seja, com calçadas, bueiro, pavimentação e meio-fio (IBGE, 2021). Esses percentuais reforçam a importância das políticas públicas habitacionais nessa cidade, visando assegurar às famílias de baixa renda condições para adquirir uma moradia, bem como a necessidade de que essas políticas prevejam a infraestrutura adequada a estas famílias.

Assim como no restante do país, em Teresina, as habitações sociais foram construídas, principalmente, por meio de políticas públicas e localizadas nas regiões mais periféricas das cidades, impulsionando a expansão urbana territorial. A produção habitacional alterou o perímetro urbano, ao longo dos anos, de forma crescente e desigual, mesmo Teresina apresentando baixa densidade e muitos vazios urbanos (LIMA; LOPES; FAÇANHA, 2019; VIEIRA; LOPES; FAÇANHA, 2019). Os conjuntos habitacionais foram construídos na periferia da capital piauiense de um modo segregador, com condomínios nobres do lado melhor estruturado da cidade e conjuntos populares onde a infraestrutura ainda era precária,

intensificando a segregação socioespacial que deveria ser minimizada pelo Estado por meio da execução das políticas públicas (LIMA, 2018; LIMA; LOPES; FAÇANHA, 2017; SILVA; SILVA; VIEIRA, 2017).

Outrossim, os grandes empreendimentos implantados nos limites da cidade criaram mais áreas livres, estimulando a especulação imobiliária e contribuindo com os interesses do mercado de valorização de terrenos para venda. A supressão vegetal nos locais de implantação dos empreendimentos causou, ainda, problemas ambientais, tais como a erosão dos solos e o aumento da temperatura da superfície, impactando no clima do local e, conseqüentemente, no conforto térmico dos moradores (LEITE *et al.*, 2019; OLIVEIRA; AQUINO, 2015).

Teresina teve um crescimento horizontal que respondeu às pressões por moradia e poderia ter sido melhor planejado, ao buscar maior gestão de uso das áreas e minimizar as segregações socioespaciais da sua população. A expansão territorial da cidade esteve relacionada diretamente com a produção habitacional, mas com forte influência de mercado, ao passo que a área urbana teve seu perímetro aumentado para incorporar zonas habitacionais instaladas nas zonas de expansão urbana, enquanto os vazios urbanos multiplicavam-se na capital piauiense, fortalecendo a especulação imobiliária. Esse processo mostrou-se prejudicial, ao reforçar problemas relacionados a fornecimento de infraestrutura, transporte e acesso a serviços públicos nas áreas habitadas pela população de menor renda.

Os conjuntos de alto padrão instalados em regiões de expansão com melhores localização e infraestrutura, distantes das construções populares, reforçaram a segregação socioespacial. O impacto maior foi para as famílias de menor renda, que, ao recorrer a programas de governo para conseguir ter acesso à casa própria, tem seus locais de habitação escolhidos pelos gestores e executores dos programas, e não pelos reais beneficiários.

As políticas habitacionais poderiam prezar por implantar as moradias populares em locais com infraestrutura consolidada, como o próprio centro comercial de Teresina, a partir de um planejamento urbano voltado à sustentabilidade regional e a melhoria o acesso à cidade para os beneficiados. O aproveitamento dos espaços já existentes poderia atender a demanda habitacional resultante do crescimento populacional, evitando a ocupação de áreas de inundação intermitente e diminuindo os custos públicos com a implantação de serviços urbanos, transporte, saúde e saneamento (CRUZ; ESPINDOLA; CARNEIRO, 2016; ESPINDOLA; CARNEIRO; FAÇANHA, 2017).

Reis, Filho e Moura (2016) observaram, no entanto, que a maioria das áreas destinadas a moradias populares, definidas a partir do Plano Diretor Municipal de 2006, instrumento

legal que define, ente outras coisas, as regras e parâmetros de ocupação da cidade, foram localizadas longe do centro urbano, mesmo havendo outras áreas com potencial habitacional que promovessem um melhor ordenamento territorial de Teresina. Esta situação levou à repetição de resultados das políticas públicas habitacionais, verificadas também no âmbito nacional, mantendo as famílias de menor renda nas regiões mais periféricas da cidade.

São necessárias ações que minimizem essa segregação socioespacial, com a localização dos empreendimentos habitacionais populares em regiões melhor estruturadas. Mas não se pode esquecer os empreendimentos já instalados, cuja localização impacta na forma que os moradores usufruem da cidade e de seus benefícios. Avaliar o desenvolvimento econômico desses locais e a oferta de condições dignas de habitação, infraestrutura e serviços permitiria buscar soluções que levem à maior produtividade e conforto dos moradores e, conseqüentemente, a melhoria da qualidade de vida.

2.3 Habitações sociais e energia

Considerando que as famílias de menor renda são também as que tem maior déficit qualitativo de acesso à energia, uma das formas de ampliar este acesso é incorporando o planejamento energético em outras políticas urbanas destinadas à população mais carente, como as políticas habitacionais. Assim, juntamente com o combate ao déficit habitacional, pode ser ampliado o acesso à energia confiável e segura para as famílias de baixa renda, uma das metas do sétimo objetivo do desenvolvimento sustentável da Agenda 2030.

Incluir o planejamento energético ao planejamento urbano favoreceria a produção e distribuição de energia, como verificado em Salzburgo, na Áustria, onde a demanda energética foi reduzida com maior uso de aquecimento urbano e energia solar, impulsionando a otimização das comunidades por meio do planejamento urbano, ao associar política de habitação com a de serviços públicos (STRASSER, 2015). Na Austrália Ocidental, o planejamento urbano integrado e sistemático em um empreendimento residencial suburbano, promoveu habitações adequadas ao clima e as diferentes necessidades da população a ser beneficiada, proporcionando melhor gestão e uso de água e energia além de maior integração da comunidade com as decisões e com o local, fortalecendo a percepção de lar dos moradores (WIKTOROWICZ *et al.*, 2018).

Streimikiene *et al.* (2020) destacaram como importante, na busca de uma energia livre em carbono na União Europeia, direcionar ações para as famílias, foco das políticas habitacionais, pois elas são a base da mudança comportamental necessária à ampliação dos

efeitos das medidas mitigadoras do aquecimento global, relacionadas à eletricidade, como adoção de tecnologias modernas e renováveis e melhorias de eficiência energética.

A associação do planejamento energético às políticas habitacionais permitiria a otimização do uso da energia e uma contribuição para o combate ao aquecimento global. Assim, seria possível fortalecer a sustentabilidade nos seus três pilares: o social, ao promover o maior direito à cidade, o econômico, ao diminuir os custos relacionados aos serviços públicos de água, energia e mobilidade, por exemplo, bem como o ambiental, ao minimizar as emissões de dióxido de carbono dessas edificações. Modificar os impactos ambientais gerados nas residências pode, ainda, influenciar a diminuição dos impactos gerados nos demais ambientes, ao impulsionar a mudança comportamental dos moradores, enquanto o amplo alcance das políticas habitacionais pode maximizar esses resultados.

Sendo a dimensão social um dos pilares do desenvolvimento sustentável, é imperativo que as medidas voltadas a minimizar as mudanças climáticas englobem toda a população, inclusive a sua parcela mais carente. Dessa forma, deve-se evitar o ocorrido na Filadélfia (EUA), onde as desigualdades sociais foram intensificadas com a implantação do plano de sustentabilidade “Green Filadélfia”, instituído em 2009, e que colocou as habitações como foco das medidas voltadas a diminuir os índices de dióxido de carbono da cidade. O aumento das desigualdades foi reflexo de ações direcionadas à parcela da população com condições financeiras para arcar com tempo, recurso e conhecimento disponibilizados no programa, enquanto as famílias mais pobres não conseguiram usufruir dos financiamentos ofertados (EDWARDS; BULKELEY, 2017).

Também, adotando as habitações como local de mitigação das mudanças climáticas, na Espanha, a exemplo do que havia sido adotado em outros países europeus, as políticas energéticas tornaram obrigatória a certificação do desempenho energético dos edifícios, a qual elevou a classificação energética das habitações sociais. Esta exigência diminuiu as emissões de CO₂ nos imóveis e os custos das famílias com energia, mas aumentou o investimento necessário à aquisição da residência, o que as tornou menos atrativas economicamente. Para compensar, precisariam ser incorporados incentivos às políticas, como agregar mais valor de mercado ao imóvel, conceder subsídios ou isenções fiscais (RUÁ; GUADALAJARA, 2016).

Em outra linha, no Chile, as políticas públicas incentivavam a autoconstrução das habitações com financiamento público, sem exigir a adequação dos projetos a padrões com melhor aproveitamento energético e térmico de energia solar, a qual permitiria ainda maior segurança contra incêndios nas regiões que onde as famílias dependem de combustíveis fósseis para prover o aquecimento das casas. Outrossim, as moradias construídas pelo poder

público seguiam um modelo padrão para todo o país, sem considerar as peculiaridades regionais, dificultando o aproveitamento do potencial energético de cada região (SAAVEDRA; CÁRDENAS, 2018). Estas medidas não impulsionaram a melhoria energética das habitações, mesmo com a possibilidade proporcionada pela execução da política. Para ampliar o acesso com qualidade à eletricidade para a população, são necessários investimentos públicos, grandes ou não, direcionados à autossuficiência energética das casas, a qual pode ser impulsionada pela adoção da geração descentralizada (GOMES, 2018).

Medidas direcionadas a famílias de baixa renda proporcionariam maior inclusão, segurança e resiliência a uma parcela da população que, historicamente, fora segregada socialmente. Para tanto, as políticas precisam proporcionar condições que permitam o usufruto das tecnologias, como financiamentos e subsídios compatíveis com a condição financeira dos beneficiados, e estimular a adoção de energias limpas, como incentivos fiscais que agreguem mais valor ao imóvel ou tarifas de energia diferenciadas, bem como estabelecer medidas de controle para garantir que as residências sejam projetadas buscando um menor consumo de energia, como a exigência da certificação energética das edificações e a previsão de geração distribuída de energia nas residências.

Ademais, é importante sensibilizar as famílias quanto à relação entre energia e meio ambiente, o que pode levá-las a decisões mais assertivas em relação ao uso da energia, impulsionando o uso mais adequado e ambientalmente sustentável deste insumo (STREIMIKIENE *et al.*, 2020). Mosteiro-Romero *et al.* (2014) destacaram que as edificações podem ter desempenhos diferentes em relação ao consumo de energia, aos impactos ambientais e à contribuição potencial para o aquecimento global a partir do design de construção adotado, de modo que devem ser consideradas as particularidades da região, as necessidades dos beneficiários e fontes elétricas disponíveis para definir melhores práticas de produção das habitações. Já Nadimi e Tokimatsu (2018) concluíram que a inserção de novas tecnologias influenciaria a qualidade de vida e o consumo per capita de eletricidade de modo mais significativo em países em desenvolvimento, como o Brasil, do que em países desenvolvidos.

No Brasil, é histórica a segregação urbana da população mais carente, evidenciada na localização periférica da maior parte dos conjuntos habitacionais construídos com recursos públicos. Para os imóveis contratados por meio do Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV), Rolnik *et al.* (2015) destacam que quanto menor a renda, mais periférica foi a localização dos imóveis urbanos. Somando a isso, Triana, Lamberts e Sassi (2015) identificaram que as residências subsidiadas pelo PMCMV para as famílias de baixa renda

apresentaram menor desempenho energético, demandando maior quantidade de eletricidade para garantir o conforto térmico dos moradores.

As famílias de baixa renda foram as mais prejudicadas, não só com a segregação socioespacial, como também com edificações que exigem maior consumo de energia. Devendo ser elas o principal foco das políticas habitacionais, incorporar o planejamento energético nessas políticas pode impulsionar adoção de medidas que evitem essa maior demanda energética das habitações de interesse social, enquanto promovem uma melhor gestão da energia nessas residências. Além disso, sendo o setor residencial o segundo maior consumidor de energia no Brasil, e as habitações de interesse social financiadas com recursos públicos, exigindo, assim, um acompanhamento direto do poder público, incorporar melhorias nos projetos não só é mais controlável nestas unidades, como podem ter grande impacto gerado pela quantidade de construções contratadas, bem como servir de exemplo para toda a sociedade.

Menos de um por cento das residências brasileiras possuem sistemas de geração própria de energia (ELETROBRAS, 2019), um percentual que precisa ser ampliado não só para aumentar a segurança energética do país com maior produção elétrica, mas também para melhorar a independência energética das famílias. Em relação às fontes alternativas de energia, a energia solar tem sido a mais utilizada no Brasil para geração distribuída, respondendo por 74,5% da capacidade instalada no país, em 2019, seguida pelas fontes hidráulica e eólica (EPE, 2020a). Uma das razões para esta predominância da energia solar pode ser atribuída à facilidade de instalação deste tipo de sistema nas edificações e do alto potencial de geração do país, onde podem ser usados tanto os Sistemas Fotovoltaicos (SFV), que convertem a luz solar em eletricidade, quanto os Sistemas de Aquecimento Solar (SAS), que usam o potencial térmico da energia solar para aquecimento de água.

Para escolher a melhor opção de fonte energética solar a ser utilizada nas residências, importa conhecer o perfil dos consumidores e os índices de irradiação solar da região onde serão adotados os sistemas de geração distribuída. Entende-se que os eletrodomésticos que mais consomem energia nas residências são os que realizam processos voltados a alteração da temperatura, como geladeiras, climatizadores de ambiente e chuveiros elétricos, entre outros. Não há, entretanto, um padrão na utilização destes equipamentos por todo o país. Os chuveiros elétricos, por exemplo, são mais comuns nas regiões mais frias, como as regiões Sudeste e Sul do Brasil. Como são utilizados para aquecimento da água, os SAS devem ser uma boa opção para instalar nas moradias ali localizadas. Os chuveiros elétricos não são tão comuns nas regiões mais quentes do país, regiões Nordeste e Norte, onde os sistemas de ar

condicionado são equipamentos mais necessários ao conforto térmico dos habitantes. Neste caso, diante do alto consumo energético destes equipamentos, o SFV apresenta-se como opção mais viável que o SAS. É preciso, assim, entender o perfil de equipamentos mais utilizados para propor a fonte alternativa mais recomendada.

Neste contexto, Bessa e Prado (2015) defendem que as políticas devem levar em consideração os aspectos regionais, incentivando o uso do SAS apenas onde sua instalação compense a utilização de chuveiros elétricos, ou seja, nas cidades sem “altas temperaturas de água fria e fração solar (parcela da energia solar requerida para aquecer a água)”, o que é uma realidade apenas em parte do território nacional. Entretanto, a legislação do PMCMV não aborda essa diferenciação, desconsiderando a territorialidade em um país continental como o Brasil.

Outrossim, em uma comparação entre as famílias de baixa renda das regiões Sudeste e Nordeste a partir da Pesquisa de Posses e Hábitos de Uso de Equipamentos Elétricos na Classe Residencial, realizada em 2019, foi verificado que 23,91% das famílias de baixa renda da região Sudeste não tinha sistema de aquecimento de água para banho, enquanto na região Nordeste esse percentual aumentou para 95,27%. Em contrapartida, ao serem questionadas sobre a possibilidade de instalar sistema de aquecimento solar em suas residências, 60,14% dessas famílias não indicaram interesse, índice que subiu para 75,33% nas famílias nordestinas e para 78,5% quando focado em Teresina (ELETROBRAS, 2019). Como alternativa a estes sistemas, o PMCMV prevê o uso de sistemas fotovoltaicos, que gerariam eletricidade para os imóveis, permitindo o uso deste tipo de energia para abastecimento de outros equipamentos elétricos, como ar condicionado, geladeira e ferro de passar roupa, permitindo a diminuição da fatura de energia elétrica.

A implantação de sistemas fotovoltaicos em habitações sociais já fora apresentada como viável econômica e ambientalmente, uma vez que, além de suprir a necessidade energética das famílias beneficiadas, ainda forneceria um retorno considerável de energia ao sistema, combatendo a crise energética brasileira, e estimularia a expansão do uso de fontes renováveis de energia para a população de maior poder aquisitivo (PINTO; AMARAL; JANISSEK, 2016). Além de ser viável, por permitir maior autonomia no consumo energético das famílias e melhorar a confiabilidade do sistema elétrico, a instalação de SFV em habitações de interesse social geraria uma publicidade extra para as empresas instaladoras, a qual poderia ser negociada pelo poder público no custo dos sistemas, desmistificando, assim, que a tecnologia fotovoltaica é cara e ineficiente (SAAVEDRA; CÁRDENAS, 2018).

Assim, acredita-se que a previsão de instalação de fontes renováveis nas políticas públicas precisa considerar qual fonte é a mais adequada a cada parcela da população, visando um melhor aproveitamento, enquanto implantar sistemas fotovoltaicos em habitações de interesse social permitiria um melhor aproveitamento do recurso solar para geração de energia nas regiões mais quentes. Outrossim, a inserção desta medida nas políticas habitacionais amplia a oportunidade de que as famílias de menor renda, foco dessas políticas, tenham acesso a essas tecnologias e seus benefícios, bem como estimula o mercado de geração fotovoltaica a produzir mais, contribuindo com o barateamento dessa fonte, ampliando a oferta de energia produzida no país e impulsionando o desenvolvimento econômico local, com a maior oferta de empregos relacionados à área.

3 ENERGIA E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Energia é conhecida como a capacidade de realizar trabalho, seja ele uma força para movimentar um objeto, o calor para aquecer um corpo, ou o combustível para propiciar o movimento de um automóvel, por exemplo. Dentre as formas de energia, destacamos a energia elétrica, que se tornou um insumo indispensável para proporcionar o desenvolvimento da sociedade ao contribuir com conforto térmico, higiene, disponibilidade de alimentos, iluminação, mobilidade, comércio, comunicação e entretenimento, permitindo, assim, o acesso a serviços essenciais e sendo uma condição básica de cidadania (ROMÉRO; REIS, 2012).

De 2009 a 2019, o percentual da população com acesso à eletricidade aumentou de 82,76% para 90,08% (BANCO MUNDIAL, 2021). Este resultado reflete uma expansão, também, da demanda de energia, o que pode ser conseguido por meio da geração elétrica e do melhor gerenciamento do insumo, com medidas que evitem o desperdício e usem a eletricidade de modo mais eficiente. Gerar energia impacta o meio ambiente, de acordo com a fonte que será utilizada, e, por isso, a Agenda 2030 destaca a necessidade de agregar a proteção ao meio ambiente ao desenvolvimento econômico consequente do acesso à eletricidade, incentivando, no sétimo ODS, o aumento da participação de fontes renováveis na produção global de energia e a melhoria dos índices de eficiência energética, relacionados à otimização do uso deste insumo (UNITED NATIONS, 2015).

Entretanto, é necessário entender que não basta acessar, mas também precisa ser garantido que o fornecimento do insumo seja adequado, ou seja, seja confiável, seguro (não ser perigoso ou prejudicial à saúde) e financeiramente acessível (DAY; WALKER; SIMCOCK, 2016). Villareal e Moreira (2016) constataram que quanto maior a renda da família, maior o seu consumo elétrico e, conseqüentemente, maior o acesso aos benefícios que a eletricidade proporciona. É necessário, então, buscar a equidade no acesso à energia elétrica ampliando as possibilidades de fontes baratas e de baixo impacto ambiental para a parcela da população que tem mais dificuldade financeira de adquirir estas tecnologias.

Sendo a eletricidade tão importante ao desenvolvimento, é necessário refletir sobre a relação entre esta energia e o desenvolvimento sustentável em seus três pilares: social, ambiental e econômico.

3.1 Energia e sociedade

A energia tornou-se parte da rotina diária das pessoas, seja em casa, no trabalho ou no lazer. O acesso à energia está fundamentalmente ligado ao desenvolvimento do ser humano e do habitat, pois permite uma melhor integração ao ambiente e garante o acesso a direitos fundamentais (CAVALCANTE, 2013). Entretanto, nem toda a população tem conseguido usufruir deste insumo.

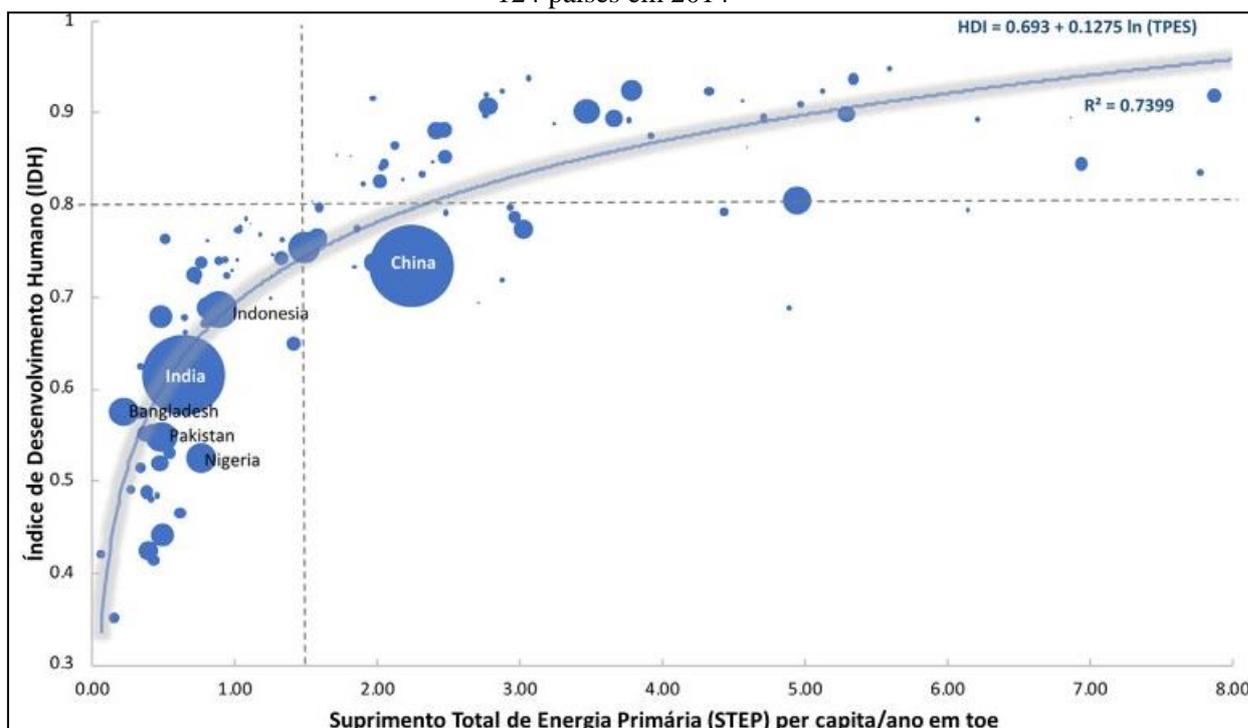
Nadimi e Tokimatsu (2018) relacionaram os consumos energético e elétrico per capita dos países desenvolvidos, em desenvolvimento e subdesenvolvidos com a qualidade de vida em cada grupo de países, com base nos índices de escolaridade, PIB, saúde infantil, expectativa de vida, renda e acesso a água e saneamento. Nos países em desenvolvimento, como Brasil, Rússia, China e África do Sul, e nos subdesenvolvidos, como Haiti, Etiópia e Moçambique, a qualidade de vida melhorou a partir do aumento do consumo energético, indicando a relação significativa entre estes dois fatores.

Na mesma linha, Santillán, Cedano e Martinez (2020) verificaram que há correlação direta, em sete países latino-americanos, entre o acesso à energia da população e o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), aferidos pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD). O IDH também foi utilizado por Ribas, Lucena e Schaeffer (2019) para analisar a relação do consumo energético com o desenvolvimento humano em 124 países, percebendo que quanto maior o consumo energético, maior o desenvolvimento, principalmente nos países cujo IDH foi classificado como médio ou baixo (Figura 3.1).

Essas análises, feitas em nível nacional, não refletem a qualidade de vida individual da população. Diante do hiato econômico existente, principalmente nas nações em desenvolvimento, é possível deduzir que, em uma análise por classe econômica, o acesso à energia também reflete nas desigualdades sociais existentes dentro de cada país.

Jannuzzi e Goldemberg (2012) já haviam apontado melhoria no padrão de vida das pessoas à medida que aumentou o acesso à eletricidade e a combustíveis limpos para cocção de alimentos, mas também destacaram que estes resultados precisam ser ampliados com a redução da distância existente entre ricos e pobres. A ampliação da oferta de energia elétrica deve zelar, além do uso de tecnologias que produzam menor impacto ambiental, pela democratização do acesso, visando à equidade dos benefícios elétricos para pessoas de classes econômicas ou mesmo de gerações e localidades diferentes (BIANCHI; GINELLI, 2018).

Figura 3.1 Índice de Desenvolvimento Humano e suprimento total de energia primária per capita para 124 países em 2014



Fonte: Ribas, Lucena e Schaeffer (2019)

Na Indonésia, Ford (2018) relacionou a confiabilidade do acesso à energia mais com a localização do que com a renda. A autora verificou que a parcela da população que morava nas regiões mais remotas, na década de 2010, sofreu com interrupções frequentes no abastecimento elétrico e sentiu-se prejudicada quanto à qualidade da iluminação, do resfriamento do ambiente, do sono, do preparo de refeições e mesmo do uso de tecnologias modernas nas residências, tornando os moradores dessas regiões menos produtivos economicamente e dificultando a melhoria de sua condição financeira. Já no Brasil, Cavalcante (2013) apontou que o fornecimento de energia elétrica no país era desigual, pois a oferta do insumo não atendia à demanda existente, de modo que as famílias menos favorecidas com eletricidade, principalmente nas regiões rurais e amazônicas, tinham suas liberdades substantivas prejudicadas.

É possível entender que há uma relação entre a renda das famílias e o acesso à energia adequada, sendo importante colocar as famílias mais carentes no foco de medidas que busquem a melhoria energética da população, pois essas têm mais dificuldade de gozar de energia em quantidade e qualidade adequadas às suas necessidades básicas. Nesse sentido, as políticas públicas podem ser utilizadas para aumentar a capacidade das pessoas de usufruir da vida que desejam, conduzindo a um desenvolvimento baseado não apenas em melhores

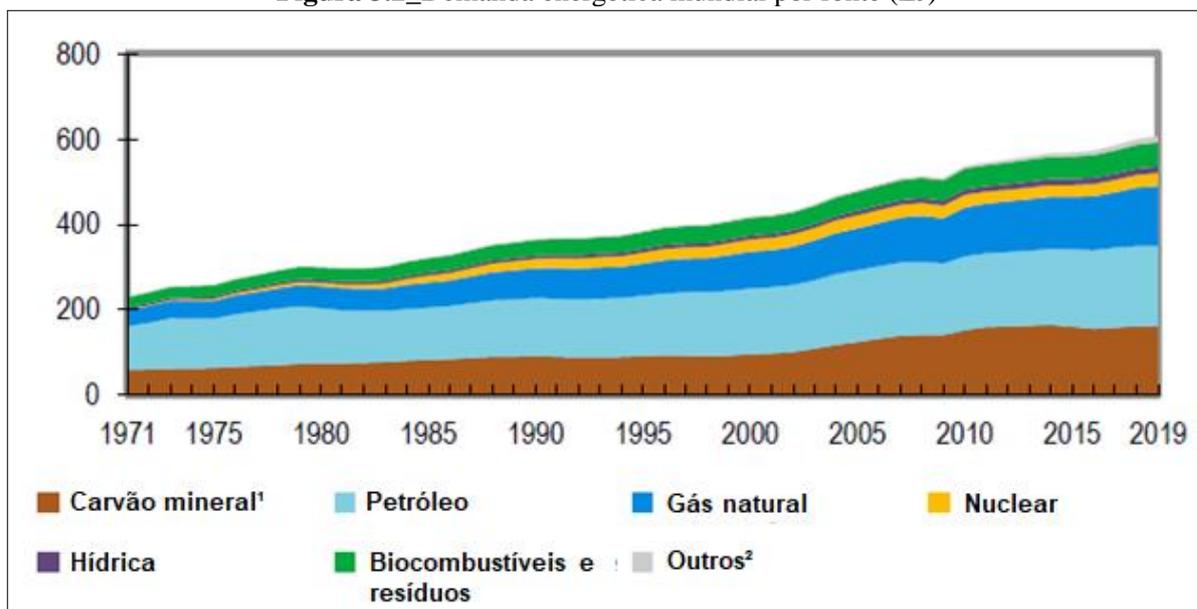
condições de renda, mas também em acesso a serviços públicos e oportunidades econômicas, por exemplo.

Oportunidades sociais adequadas permitem que os indivíduos construam seu próprio destino e ajudem uns aos outros, levando ao desenvolvimento de todos. Mas para isso, é necessária a garantia das liberdades individuais, sejam elas políticas, econômicas ou institucionais (SEN, 2010). Assim, garantir a ampliação das redes de energia precisa ser acompanhado da garantia da qualidade do serviço oferecido e do respeito às necessidades da população de cada região, visando ampliar as oportunidades econômicas, tecnológicas, ambientais e sociais para os beneficiados (FRISCH *et al.*, 2018).

Garantir eletricidade a todos é garantir condições mais justas de desenvolvimento social, ao passo que proporciona conforto térmico, contribui com a saúde e com a produtividade, permitindo um maior desenvolvimento educacional e econômico da população. Essa garantia varia de acordo com o local, pois as necessidades das pessoas são diferentes de acordo com sua cultura, com o clima da região onde moram e com as atividades econômicas do lugar e com os insumos ofertados nas proximidades. Assim, o fornecimento de eletricidade deve ser desenhado para a realidade de cada região, ao invés das famílias precisarem se adequar à oferta disponível deste tipo de energia.

3.2 Energia e meio ambiente

A energia é um dos setores que contribuem significativamente com as emissões de gases de efeito estufa e, por conseguinte, com o aquecimento global, tendo recebido especial atenção no combate às mudanças climáticas. O consumo de energia mais do que duplicou entre 1971 e 2019 (Figura 3.2), quando chegou a 606 EJ (exajoule), enquanto a matriz energética mundial permaneceu predominantemente composta por fontes não renováveis, como petróleo e carvão mineral, as duas fontes mais utilizadas e a partir das quais foram geradas 30,9% e 26,8% da energia mundial em 2019, respectivamente (IEA, 2021). Estas fontes, assim como o gás natural, são combustíveis fósseis, emitem gases de efeito estufa durante sua queima no processo de geração elétrica e, por isso, seu uso precisa ser reduzido em prol de mitigar as mudanças climáticas consequentes. Além disso, por sua natureza fóssil, sua matéria-prima é considerada limitada, pois demora milhões de anos para ser formada.

Figura 3.2_Demanda energética mundial por fonte (EJ)

Nota 1: Turfa e xisto betuminosos estão agregados ao carvão

Nota 2: Inclui fontes geotérmica, solar, eólica, de maré/onda/oceano, calor e outras fontes

Fonte: IEA (2021)

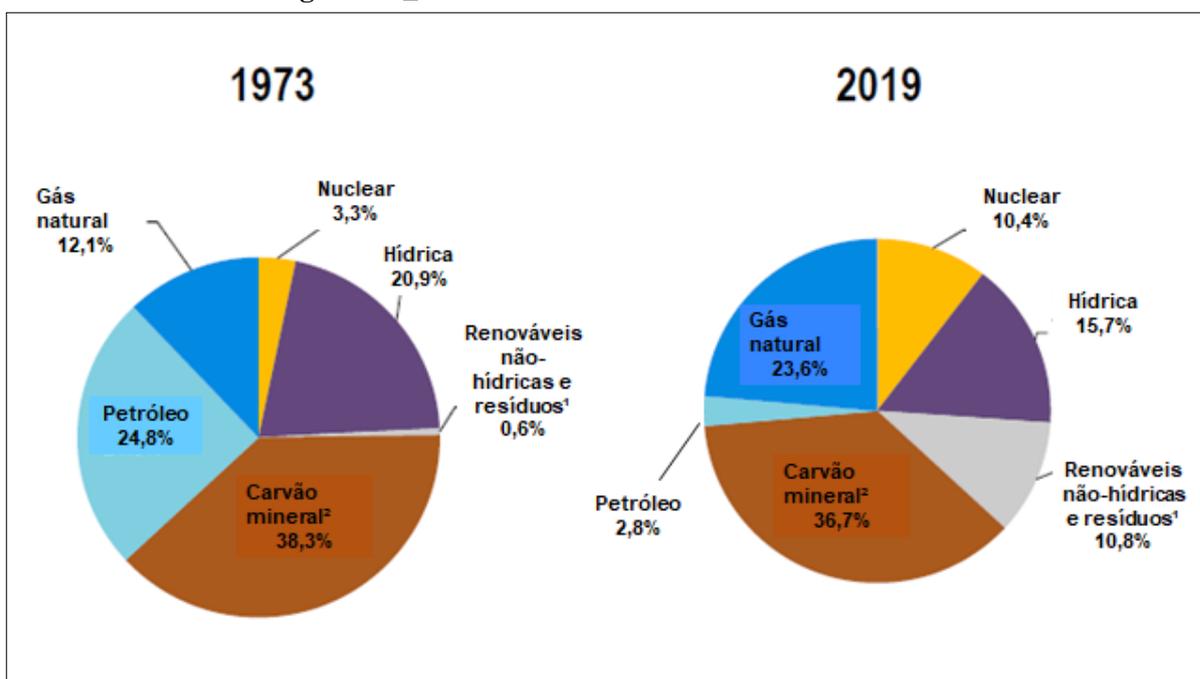
Na geração de energia elétrica (Figura 3.3), as fontes não renováveis também lideraram nesse período. Enquanto o carvão mineral teve seu percentual de participação na matriz praticamente estável entre 1973 e 2019, o gás natural ampliou sua colaboração com a produção elétrica, chegando a 23,6% em 2019. Também ganhou espaço, nesse período, a energia nuclear, fonte não renovável que gera energia a partir da fissão de átomos, principalmente de urânio (IEA, 2021). Mesmo não emitindo gases de efeito estufa durante a geração, sendo considerada uma fonte de baixo impacto ambiental em relação às mudanças climáticas, a matéria-prima necessária à geração nuclear é limitada, o que restringe seu uso como alternativa aos combustíveis fósseis em longo prazo, fator importante quando pensamos no desenvolvimento sustentável. Há ainda o risco de contaminação radioativa relacionado à disposição dos resíduos dos reatores nucleares (ROMÉRO; REIS, 2012).

A fim de minimizar os impactos ambientais relacionados à energia, na Agenda 2030 (UNITED NATIONS, 2015), foi defendida a ampliação do uso de fontes renováveis, cuja matéria-prima renova-se constantemente na natureza. A participação dessas fontes na geração elétrica aumentou de 21,5% para 26,5% entre 1973 e 2019 (IEA, 2021), números que precisam se tornar mais expressivos em prol da mitigação dos impactos ambientais relacionados à eletricidade.

Turconi, Boldrin e Astrup (2013) compararam os impactos ambientais de nove fontes elétricas, a partir de 167 análises de ciclo de vida. Perceberam que a emissão de gases de efeito estufa foi o principal indicador do impacto ambiental provocado pela geração elétrica a

partir de carvão, petróleo, sistemas fotovoltaicos ou energias eólica e hidráulica, embora não seja o mais adequado para avaliação de outras tecnologias. Verificaram, ainda, que as fontes renováveis (de 2 a 190 kg de CO₂-eq/MWh) emitiram de dez a cem vezes menos gases de efeito estufa que os combustíveis fósseis (de 380 a 1300 kg CO₂-eq/MWh) para a geração da mesma porção de eletricidade.

Figura 3.3_Matriz Elétrica Mundial em 1973 e em 2019



Nota 1: Turfa e xisto betuminosos estão agregados ao carvão

Nota 2: Inclui fontes geotérmica, solar, eólica, de maré/onda/oceano, calor e outras fontes

Fonte: IEA (2021)

Henriques e Borowiecki (2017), ao avaliar as emissões de dióxido de carbono entre 1800 e 2011 de nove países europeus, além de Estados Unidos, Canadá e Japão, identificaram que as emissões de CO₂ foram impulsionadas pelo crescimento da participação dos combustíveis fósseis na matriz energética, principalmente dos países em desenvolvimento, e pelo crescimento da renda, enquanto o progresso tecnológico, relacionado ao uso de tecnologias mais limpas e eficientes, foi a principal ferramenta de compensação dessas emissões. Os países desenvolvidos precisariam, então, partilhar sua tecnologia a custos moderados com os países em desenvolvimento, a fim de permitir uma mudança mais efetiva da matriz elétrica mundial, com a incorporação de tecnologias já existentes e de menor impacto ambiental.

Ito (2017) reforçou que esta cooperação tecnológica seria benéfica também para os países desenvolvidos, uma vez que os resultados de mitigação dos impactos ambientais são globais e demandam uma cooperação internacional. Ao examinar a relação entre consumo

energético por tipo de fonte, crescimento econômico e emissões de CO₂ de 42 países em desenvolvimento, entre eles Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul (BRICS), com base em dados de 2002 a 2011, a autora entendeu que substituir as energias não renováveis por renováveis na matriz energética desses países não só reduziria as emissões de dióxido de carbono, como impulsionaria o crescimento econômico em longo prazo.

Dogan e Seker (2016) encontraram resultados semelhantes em análise focada na União Europeia, com dados de 1980-2012, somando o desenvolvimento do comércio internacional às causas de redução das emissões. Ampliar o consumo de energia renovável não prejudicou o PIB da União Europeia, mas devido ao maior custo de produção de energia a partir de fontes renováveis, é necessário investir em pesquisas que levem ao barateamento dessas tecnologias, permitindo uma implementação mais economicamente sustentável aos países membros do grupo. Mesmo dentro da União Europeia, há forte discrepância entre as matrizes elétricas dos países, os quais poderiam transbordar suas tecnologias para expandir o uso dessas fontes em todo o continente, reforçando o respeito ao meio ambiente.

A mesma relação foi encontrada por Jebli, Youssef e Ozturk (2016) em 25 países da OCDE, entre 1980-2010, onde o aumento do comércio internacional e do uso de energias renováveis combateram o aquecimento global. Os autores enfatizaram, ainda, que o aumento das fontes renováveis reduziria a dependência energética e impulsionaria a segurança energética dos países importadores de energia.

Um dos desafios quando se pensa em desenvolvimento sustentável é associar o desenvolvimento econômico com a mitigação dos impactos ambientais. Estes estudos apontam que isso não só é possível, como também é viável com a expansão do uso de energias renováveis. Entre elas, além da energia hidráulica, renovável com maior participação na matriz elétrica mundial, podem ser destacadas as energias eólica, solar, geotérmica, biomassa, biocombustíveis e até os resíduos urbanos, produzidos nas atividades, residenciais, comerciais e públicas. Mas cabe destacar que as fontes renováveis também produzem impactos ambientais, mesmo que menores que os combustíveis fósseis, seja na etapa de construção da usina, operação ou descarte dos materiais, e nem todos os impactos são relacionados ao aquecimento global.

As usinas hidroelétricas, por exemplo, que se aproveitem do movimento da água para gerar energia em suas turbinas, tem a maior parte da sua emissão de gases de efeito estufa na fase de construção, em níveis, ao longo do seu ciclo de vida, bem abaixo das fontes não renováveis (RAMOS; DURANTE; CALLEJAS, 2017; TURCONI; BOLDRIN; ASTRUP, 2013). Entretanto, para a construção das usinas hidroelétricas, é comum inundar grandes áreas

de terras, acarretando em problemas sociais resultantes do reassentamento de população com alto grau de vulnerabilidade, como os povos indígenas ou populações ribeirinhas, perda da biodiversidade terrestre do local inundado e interferência no ecossistema da bacia hidrográfica em que a usina foi instalada, impactos ambientais difíceis de serem mitigados (GIBSON; WILMAN; LAURANCE, 2017; ROMÉRO; REIS, 2012).

A biomassa, por sua vez, é uma fonte renovável que contempla matéria orgânica de origem animal ou vegetal, como lenha, bagaço de cana, lixo ou biodiesel (EPE, 2020a). Este material é queimado em usinas térmicas e o vapor gerado impulsiona os equipamentos geradores de eletricidade, um processo que gera poluição do ar, emite gases de efeito estufa, eutrofização e acidificação, só que em níveis menores que os combustíveis fósseis. Quando são destinadas culturas agrícolas à produção da matéria-prima, devem ser consideradas ainda as emissões relacionadas à colheita desse material, como as geradas pelo maquinário utilizado para colher e transportar os produtos, além da exploração de terras necessária ao armazenamento dos insumos (TURCONI; BOLDRIN; ASTRUP, 2013).

Este tipo de armazenamento já é dispensável ao optar por usinas eólicas ou solares. As primeiras usam o vento para mover as turbinas dos aerogeradores para a geração elétrica e, assim como as hidroelétricas, emitem poucos gases de efeito estufa após o início da operação. As interferências dos parques eólicos na biodiversidade são relacionadas principalmente a avifauna e podem ser mitigadas evitando rotas migratórias ou áreas de muito trânsito desses animais, além das proximidades dos habitats de espécies ameaçadas de pássaros e morcegos. Outrossim, as taxas de mortalidade dos animais voadores estão relacionadas à altura das turbinas, as quais podem ter seu tamanho reduzido para diminuir o risco de colisão (GIBSON; WILMAN; LAURANCE, 2017).

Já os sistemas a base de energia solar convertem a luz do sol em eletricidade ou em energia térmica por meio dos painéis solares, compostos, principalmente, por silício, e que instalados sobre estruturas metálicas, geralmente de alumínio. O extrativismo mineral, a alta demanda de energia e a geração de resíduos e gases durante a produção dos painéis concentram a maior parte do impacto ambiental verificado para esta tecnologia, que emitem poucos gases de efeito estufa durante a operação dos sistemas. Pouco se sabe sobre os impactos do descarte dos equipamentos, cuja vida útil apresentada pelos fabricantes é de 25 anos, embora seja possível acreditar que possuem grande potencial de reuso e reciclagem (SILVA *et al.*, 2017; TURCONI; BOLDRIN; ASTRUP, 2013).

Dois tecnologias têm destaque no uso da energia solar: o Sistema de Aquecimento Solar (SAS) e o Sistema Fotovoltaico (SFV). O primeiro (

Figura 3.4) é utilizado para aquecimento de água residencial, em substituição aos chuveiros elétricos ou ao aquecimento a gás. Possui a placa ou coletor solar, que absorve a radiação solar e transfere o calor para o reservatório térmico, também chamado de *boiler*, que armazena a água aquecida até ser utilizada. Por ser uma tecnologia simples, seu uso foi amplamente difundido (BESSA; PRADO, 2015; PEREIRA *et al.*, 2017). Entretanto, ela apenas substitui a necessidade de eletricidade para o aquecimento de água, o que não é uma necessidade real para toda a população.

Figura 3.4_Sistema de Aquecimento Solar (SAS)



Fonte: Bessa e Prado (2015)

Já nos sistemas fotovoltaicos, o produto final é a eletricidade, a qual é gerada em corrente contínua nas placas solares, também chamadas de módulos fotovoltaicos. O sistema precisa, então, ter um inversor, equipamento responsável por converter a corrente elétrica em corrente alternada e pode contemplar, ainda, uma bateria, para armazenamento da energia gerada, e um controlador de carga, que protege a bateria de cargas e descargas excessivas (PINHO; GALDINO, 2014). Quando conectado à rede elétrica, é denominado *on grid*; quando não, é um sistema independente chamado de *off grid*.

Sistemas fotovoltaicos, assim como sistemas a partir de energia eólica ou hídrica, por exemplo, podem ser usados para gerar energia de forma centralizada ou distribuída. A primeira contempla a produção elétrica em grandes usinas instaladas longe dos centros de consumo, com a estrutura em solo. Um exemplo é o Parque Solar Nova Olinda (

Figura 3.5), no Piauí, inaugurado em 2017 como a maior usina solar em operação na América Latina, na ocasião, com cerca de um milhão de painéis fotovoltaicos instalados em uma área equivalente a 700 campos de futebol (PIAUI, 2020). Usinas desse porte demandam a degradação de uma grande área, prejudicando a biodiversidade local, impactos que Gibson, Wilman e Laurance (2017) defendem que sejam mitigados com a instalação das usinas em

regiões já degradadas pelo homem, bem como evitando as regiões cujo habitat é ecologicamente sensível. Assim, a expansão do acesso à energia, defendido na Agenda 2030, não prejudicaria outros objetivos do desenvolvimento sustentável deste mesmo plano, como a menor exploração de terras (BARUCH-MORDO *et al.*, 2019).

Figura 3.5_Parque Solar Nova Olinda, no Piauí



Fonte: Piauí (2020)

Estes efeitos podem ser minimizados também com a geração distribuída, quando usinas de pequeno porte são instaladas próximas aos consumidores, como as edificações comerciais e residenciais dos usuários. Pinho e Galdino (2014) destacam que, neste tipo de geração, a conexão entre a usina e a rede de distribuição de energia elétrica é feita por meio da instalação elétrica das unidades consumidoras, ao invés de ser uma conexão direta, como ocorre na geração centralizada. Sua instalação pode ser em solo (

Figura 3.6a) ou sobre as edificações (

Figura 3.6b), permitindo a utilização paralela da área para outros fins.

Figura 3.6_Sistemas fotovoltaicos de geração distribuída



a) Sistema solar instalado em solo, cobrindo estacionamento da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) (VIVAGREEN, 2015)



b) Sistema solar instalado sobre o telhado do prédio de Engenharia Elétrica da UFPI (UFPI, 2021)

No Brasil, o uso de sistemas de geração distribuída aumentou a partir de 2012, quando a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) publicou a Resolução Normativa nº 482/2012. Por meio deste documento, foi regulamentado o acesso, à rede de distribuição de energia elétrica, de sistemas de microgeração e minigeração distribuída, cuja potência seria, respectivamente, de até 100kW e 1MW. Nesta resolução, é permitido que a eletricidade gerada e não consumida nos imóveis fosse injetada na rede de distribuição, como um empréstimo gratuito para a distribuidora local, criando um crédito de energia que poderia ser utilizado em até 36 meses (ANEEL, 2012). O cenário estabelecido com esta legislação beneficiava os diversos atores envolvidos na geração distribuída. O cliente, na condição de consumidor-gerador, poderia usufruir de toda a energia gerada, mesmo a não consumida imediatamente no próprio imóvel. Já as distribuidoras de energia e o governo federal teriam um aumento da demanda de energia a ser distribuída no sistema, minimizando as necessidades de expansão do sistema elétrico em curto prazo.

Este normativo foi alterado pela Resolução nº 687/2015 da ANEEL, que ampliou para 5MW a potência máxima dos sistemas permitidos e para 60 meses o prazo para usufruir do crédito de energia excedente, além de, entre outras coisas, permitir a geração compartilhada e o autoconsumo remoto, que possibilitavam que a energia excedente gerada em uma unidade fosse compensada em outra unidade da mesma área de concessão (ANEEL, 2015).

Uma nova modificação foi feita em 2022, com a sanção da Lei nº 14.300, que tem como um de seus destaques a determinação de cobrança de taxas pelo uso da rede de distribuição de energia para clientes que solicitarem conexão de seus sistemas de micro ou minigeração distribuída a partir de 2023. Além disso, esta Lei criou o Programa de Energia Renovável Social (PERS), voltado a financiar sistemas fotovoltaicos para consumidores da subclasse residencial baixa renda, utilizando, principalmente, recursos do Programa de Eficiência Energética (PEE), ou seja, por meio de ações promovidas pelas distribuidoras de energia (BRASIL, 2022b). Assim, embora essa lei diminua os benefícios de crédito de energia, ela pode contribuir com a expansão do uso das fontes alternativas de energia ao incentivar ações voltadas às famílias mais carentes, o que deve, ainda, estimular a redução dos custos dos sistemas de geração distribuída para todas as classes de renda.

Sistemas de geração distribuída aproximam a geração do consumo, diminuindo as perdas técnicas inerentes ao transporte, e a possibilidade de serem instalados nos telhados dos imóveis dispensa os custos com aquisição ou arrendamento de terreno específico para instalação do sistema (NAKABAYASHI, 2015). Esta vantagem da geração distribuída,

relacionada à otimização do uso da terra, permite minimizar, ainda, os impactos socioambientais resultantes do desmatamento e deslocamento de populações vulneráveis das áreas onde seriam instaladas as grandes usinas e as redes de transmissão e distribuição exigidas pela geração de energia de forma centralizada, como nas usinas hidrelétricas.

Como apresentado, as fontes renováveis geram impactos ambientais na geração de energia, mesmo que menores que os provocados pelo uso dos combustíveis fósseis. Mas a produção energética é uma necessidade e estas fontes menos emissores de gases de efeito estufa são as opções que menos contribuem para o aquecimento global. A fim de mitigar outros impactos ambientais resultantes de seu uso, como o desmatamento e a exploração de terras, outros fatores, como disponibilidade de matéria-prima e compatibilidade com as necessidades locais, devem contar para o planejamento e a escolha da tecnologia a ser usada.

Os formuladores de política precisam considerar quais das tecnologias renováveis disponíveis são as mais adequadas a cada local tanto quanto à sua compatibilidade com as necessidades locais, condições geográficas e climáticas, quanto ao seu impacto ambiental (HENRIQUES; OROWIECKI, 2017; ITO, 2017). Mesmo sendo uma solução mais sustentável para a questão global que é a mitigação das mudanças climáticas, a adoção de energias renováveis precisa ser pensada localmente, respeitando as peculiaridades de cada região, como clima, economia, cultura, necessidades da população e estrutura existente.

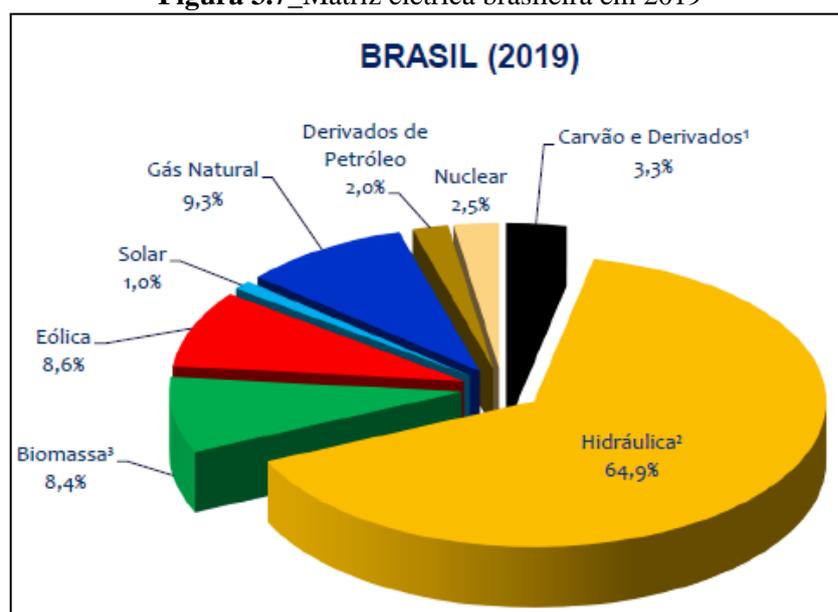
O tipo de fonte e a forma de geração também influenciam na aceitabilidade pela sociedade, pois, embora os benefícios sejam para todos, há impactos negativos que são centralizados apenas para a comunidade localizada mais próxima às instalações de usinas térmicas a biomassa ou usinas eólicas, por exemplo, gerando uma percepção de iniquidade entre esta parcela da população e o restante da sociedade (BIANCHI; GINELLI, 2018). Quanto a isso, acredita-se que a geração distribuída pode não só melhorar a aceitabilidade da geração elétrica pela população, como também conceder às famílias beneficiadas um maior sentimento de empoderamento ao possibilitar a produção da própria energia.

No caso do Brasil, por ter uma matriz elétrica predominantemente de fonte hídrica (

Figura 3.7), diversificar as fontes utilizadas por meio da adoção da geração distribuída pode minimizar os impactos ambientais relativos à eletricidade, relacionados, principalmente, ao processo de transporte de energia em extensas redes de transmissão e distribuição (RAMOS; DURANTE; CALLEJAS, 2017). Ademais, o predomínio das usinas hidroelétricas compromete a segurança do fornecimento elétrico no país, pois, embora seja uma fonte renovável, este tipo de geração é altamente dependente das chuvas, de modo que períodos de estiagem prolongada, como o ocorrido em 2015 no país e que tendem a ocorrer em ciclos com

intervalos de 10 a 15 anos, acarretaram em crises energéticas devido à redução deste tipo de geração (HUNT; STILPEN; FREITAS, 2018). Para compensar, a energia precisou ser fornecida por usinas térmicas, aumentando em 50%, de 2014 para 2015, as emissões de dióxido de carbono associadas à atividade e o custo da produção, o que refletiu no reajuste das tarifas elétricas aplicadas para a sociedade (MENDES; STHEL; LIMA, 2020; PEREIRA *et al.*, 2017).

Figura 3.7_Matriz elétrica brasileira em 2019



Fonte: (EPE, 2020a)

No Acordo de Paris, firmado por 195 países na Conferência das Nações Unidas sobre as Mudanças Climáticas (COP21), em 2015, focando em conter o aquecimento global, o Brasil comprometeu-se com uma redução de 37% de suas emissões de gases de efeito estufa em 2025, sem uma distribuição formal de metas por setor ou por região geográfica (BRASIL, 2021c). Desse modo, mesmo sendo pequena a participação da geração de eletricidade nessas emissões, acredita-se que aumentar a participação de energias renováveis alternativas pode contribuir na busca por esses resultados, uma vez que a maior parte das emissões de gases de efeito estufa na geração de eletricidade decorrem do uso de usinas termelétricas.

Há, ainda, uma previsão de aumento de 200% na demanda de eletricidade no país entre 2020 e 2050, mesmo considerando um melhor uso da energia (EPE, 2020b), ou seja, além da diversificação das fontes, o país precisará gerar mais energia. A energia solar fotovoltaica possui um alto potencial de contribuir com este propósito, pois é uma fonte alternativa considerada intermitente, por variar de acordo com as condições meteorológicas

do local de sua instalação, mas que, quanto maior sua proximidade da linha do Equador, menor sua variação anual e maior seu potencial de produção (PEREIRA *et al.*, 2017).

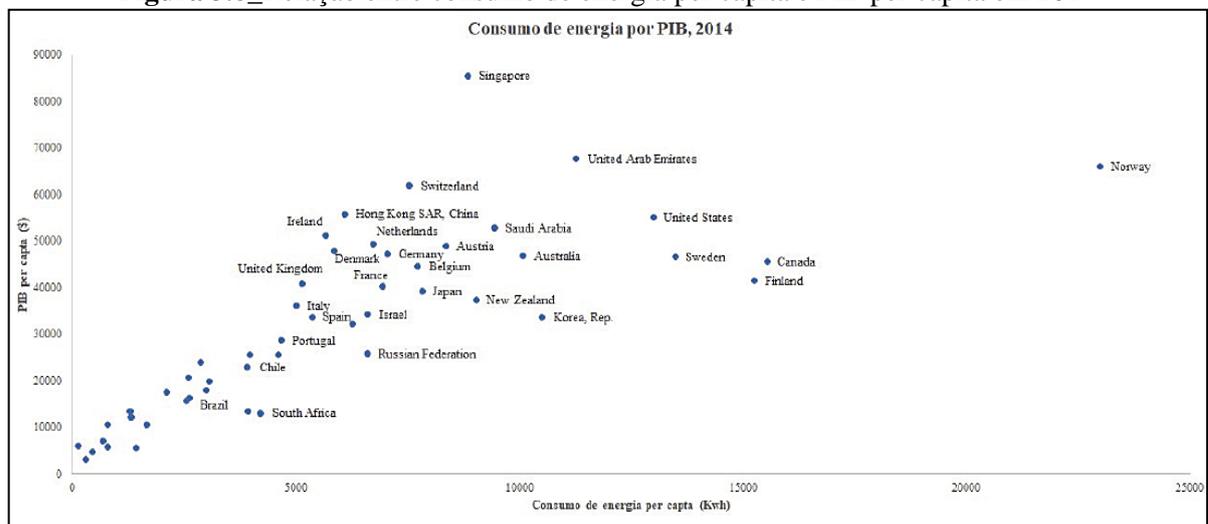
Os altos níveis de irradiação brasileiros, principalmente da região nordeste do país, permitem acreditar que é possível explorar seu potencial fotovoltaico para diversificar a matriz elétrica brasileira. A geração distribuída nas residências, classe com o segundo maior consumo elétrico brasileiro em 2019, pode ser um dos caminhos a ser explorado.

3.3 Energia e economia

O desenvolvimento econômico está associado à demanda de energia. Ao relacionar o consumo energético e o Produto Interno Bruto das 50 maiores economias mundiais, no período de 1990 e 2015, Moro *et al.* (2019) perceberam uma tendência linear de correlação entre essas duas variáveis (

Figura 3.8). No Brasil, essa afirmação é reforçada pela similaridade das curvas de crescimento do PIB e do consumo de energia per capita entre 1995 e 2015 (Figura 3.9) (PEREIRA *et al.*, 2017). Outros estudos, como os de Henriques e Borowiecki (2017), Ito (2017), Dogan e Seker (2016) e Jebli, Youssef e Ozturk (2016), apontaram essa relação entre o consumo energético e o PIB dos países, incrementando que o uso de energias renováveis pode contribuir com este indicador econômico, além de mitigar os impactos energéticos no aquecimento global. Assim, quanto maior o desenvolvimento econômico do país, maior seu consumo energético, o que permite que se desenvolva ainda mais, uma vez que a energia move as atividades econômicas, como a indústria e a agricultura.

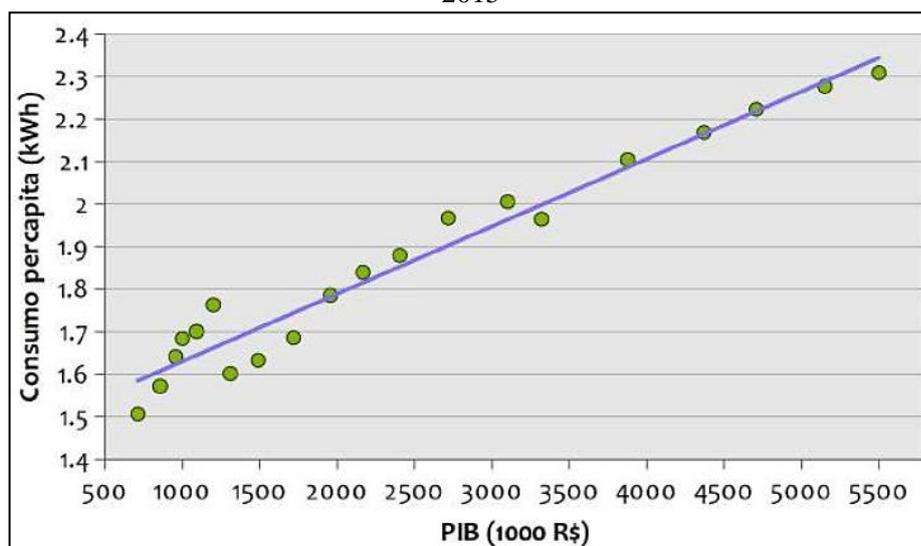
Figura 3.8 Relação entre consumo de energia per capita e PIB per capita em 2014



Fonte: Moro *et al.* (2019)

Embora os estudos apontem que há relação entre consumo energético e crescimento econômico das nações, não fica claro quem é a causa e quem é o efeito, uma dúvida que não paira na comparação entre as classes sociais de cada país. O que se percebe é que quanto maior a renda familiar, maior é o consumo energético, o que deve ser reflexo dos altos custos deste insumo, que dificultam o acesso à energia em quantidades equivalentes para os níveis de renda diferentes.

Figura 3.9_Variação do consumo de energia versus Produto Interno Bruto Brasileiro entre 1995 e 2015



Fonte: Pereira *et al.* (2017)

Bednar, Reames e Keoleian (2017) verificaram que, em Detroit, nos EUA, as famílias de baixa renda tinham uma média de consumo mais baixa, mesmo morando em habitações menos eficientes e, por isso, demandando mais energia por metro quadrado para aquecimento do ambiente do que as famílias mais abastadas. Pitt e Nolden (2020), por sua vez, destacaram que as famílias de baixa renda no Reino Unido tiveram maior dificuldade de acesso à energia devido aos altos custos dos insumos, e que o incentivo do governo ao uso de tecnologias limpas não veio acompanhado de uma política que facilitasse a aquisição por quem tem maiores dificuldades financeiras, aumentando a desigualdade socioeconômica entre as classes sociais.

Na Nigéria, Ozughalu e Ogwumike (2019), por sua vez, perceberam que há diferença no consumo energético não só em relação à renda, mas também a fatores como localização e o perfil do chefe de família, quanto a idade, sexo e escolaridade, e que mais de um quinto da população não tem acesso a serviços básicos de energia. No Brasil, Villareal e Moreira (2016) já haviam constatado que o impacto financeiro do custo da energia na renda familiar refletiu

na quantidade de energia utilizada pelas famílias, de modo que, quanto maior a renda, maior foi o consumo energético residencial entre 1985 e 2013.

É possível perceber que a diferença entre classes sociais existente nos países ainda resulta em falta de equidade no acesso à eletricidade. Mesmo os custos da energia sendo um dos fatores mais impactantes, a baixa eficiência energética das habitações, a localização dos imóveis, as condições incompatíveis das políticas ofertadas e o perfil dos usuários interferem na quantidade e qualidade da energia utilizada pelas famílias, diminuindo seu acesso aos benefícios que ela proporciona. Estes fatores refletem no que podemos entender como pobreza energética, cuja definição ainda não tem consenso na literatura.

A partir da teoria das capacidades de Amartya Sen, que defende que o desenvolvimento social e econômico deve focar no florescimento humano mais amplo, Day, Walker e Simcock (2016) descreveram a pobreza energética como a carência serviços de energia acessíveis, confiáveis, seguros e em quantidade adequada para realizar as capacidades essenciais do ser humano. Martín-Consuegra *et al.* (2019) resumiram este fenômeno como sendo um conjunto de fatores que resultam em um consumo energético que compromete mais de 10% do rendimento familiar. Já Thomson, Bouzarovski e Snell (2017) defendem que uma família é pobre em energia se não conseguir arcar financeiramente com a energia necessária ao bem estar dos seus membros, relacionado a aquecimento, refrigeração, iluminação e uso de eletrodomésticos adequados. Na mesma linha, Lee e Shepley (2020) atribuíram este conceito às famílias que tem mais de 10% de sua renda comprometida com gastos referentes à eletricidade, aquecimento e refrigeração, enquanto Sokolowski *et al.* (2020, p. 108) interpretaram que a pobreza energética possui várias dimensões e que uma família é considerada pobre se sofrer de pelo menos duas das seguintes formas de privação energética: “baixa renda combinada com altos custos necessários, altos gastos reais de energia, defeitos habitacionais, conforto térmico inadequado e dificuldades para pagar contas de serviços públicos em dia”.

Assim, interpretamos que pobreza energética é a falta de acesso à energia em quantidade e qualidade necessárias ao atendimento das necessidades básicas, como iluminação, aquecimento e refrigeração, seja por escassez de fornecimento à população ou por dificuldade da família de arcar com as despesas. Neste último caso, além da condição financeira familiar, geralmente baixa renda, pode ser provocada pelas habitações ineficientes energeticamente, que demandam maior quantidade de energia para o conforto térmico das famílias e para a realização das outras atividades que dependem deste insumo, como a conservação de alimentos e a iluminação dos ambientes.

Este tipo de pobreza pode afetar a saúde física, diante da dificuldade de conforto térmico no imóvel ou da opção por queima de madeira e resíduos, por serem mais baratos, mas que levam à poluição do ar e doenças dela recorrentes. A estes efeitos, podem ser somados os impactos sobre o potencial de desenvolvimento político e econômico das famílias afetadas, uma vez que reduz a produtividade e o acesso à informação, as quais dependem de meios eletrônicos, como celular, televisão e computador (GOMES, 2018; GONZÁLEZ-EGUINO, 2015). Mais do que o acesso direto à energia, a pobreza energética está ligada ao desenvolvimento humano e a possibilidade de diminuir as diferenças econômico-sociais, pois a energia possibilita uma vida mais saudável e produtiva, aumentando o potencial de trânsito entre as classes sociais e a redução do hiato entre ricos e pobres. É importante, então, medir a pobreza energética para identificar as famílias que sofrem deste problema e verificar qual o tipo de privação que estão passando (SOKOŁOWSKI *et al.*, 2020).

Em publicação desenvolvida pelo *European Union Energy Poverty Observatory – EPOV* (Observatório Europeu de Pobreza Energética), baseado em diversos autores, são colocados aspectos sobre pobreza energética, como conceitos e indicadores. Para Simcock *et al.* (2016) apud Thema e Vondung (2020, p. 6, tradução nossa), a pobreza energética “é um conceito multidimensional e culturalmente sensível que varia ao longo do tempo e do lugar e, portanto, não é facilmente capturado por um único indicador”. Dessa forma, embora sejam encontrados na literatura vários indicadores para medir a pobreza energética, foram identificados, segundo Thomson *et al.* (2017) citado por Thema e Vondung (2020, p. 6, tradução nossa), três métodos principais, listados a seguir:

1. Despesa - onde os exames dos custos de energia enfrentados pelas famílias em relação aos limites absolutos ou relativos fornecem um proxy para estimar a extensão da privação de energia doméstica;
2. Abordagem consensual - baseada em avaliações autorrelatadas das condições das moradias internas e a capacidade de atender a certas necessidades básicas relativas à sociedade em que a família reside;
3. Medição direta - onde o nível de serviços de energia (como aquecimento) alcançado em casa é comparado a um padrão definido.

Thema e Vondung (2020) propuseram, então, quatro indicadores primários, cada um avaliando um aspecto diferente da pobreza energética, e apontando o percentual de famílias que sofrem deste problema em cada país. Há ainda dezenove indicadores secundários, não focados na medição da pobreza energética, mas que com ela são relacionados, como o preço médio da eletricidade por fonte energética e a taxa de mortalidade no inverno. Dois dos indicadores primários são baseados na percepção dos usuários quanto às limitações no acesso à energia, quando questionados, primeiro, se possuíam capacidade de pagar para manter a

casa adequadamente aquecida e, segundo, se conseguiram quitar sem atraso as suas contas de serviços públicos, como água, energia e aquecimento. Estes indicadores são subjetivos e refletiram a opinião dos usuários sobre as dificuldades enfrentadas, coletada em pesquisa do Departamento de Estatísticas da União Europeia sobre Renda e Condições de Vida (*European Union Statistics on Income and Living Conditions - EU-SILC*).

Os outros dois indicadores do EPOV são objetivos, baseados em dados da Pesquisa de Orçamento Familiar (*Household Budget Surveys - HBS*). Um deles é utilizado para calcular se o gasto absoluto com energia estaria abaixo da metade da média nacional, enquanto o segundo indicador permite mensurar se o impacto desses gastos na renda familiar, ou seja, o gasto relativo com energia, ultrapassa o dobro da média nacional. Estes indicadores buscam identificar se o custo da energia resultou em um subconsumo relativo deste insumo ou comprometeu excessivamente a renda familiar (THEMA; VONDUNG, 2020).

Estes indicadores do EPOV retratam quatro dimensões da pobreza energética separadamente, comparando os percentuais de famílias pobres em energia em cada país do grupo de países europeus, mas sem apresentar um índice único a partir destes quatro indicadores. Talvez porque os países possuem governos independentes, os resultados permitem que cada governo identifique qual das dimensões é mais presente em sua região e precise das medidas mais direcionadas. Uma combinação dos indicadores em um só seria mais eficiente se fosse um governo único, pois poderia nortear qual região ou grupo de famílias precisaria ser foco inicial das medidas de combate à pobreza energética.

Nesta linha, Sokolowski *et al.* (2020) elaboraram um índice que compila cinco dimensões da pobreza energética a partir dos quatro indicadores primários do EPOV, acrescidos de uma avaliação de falhas habitacionais, pois entenderam que eles são complementares para avaliar o fenômeno na Polônia. Classificaram que a família seria pobre em energia se dois ou mais indicadores apontassem esse resultado individualmente, cenário encontrado para 10% das famílias polonesas avaliadas.

As dimensões relacionadas a atraso nas faturas de energia, dificuldade de aquecer o ambiente e falhas na edificação residencial também foram adotadas por Papada e Kaliampakos (2016) para avaliar a pobreza energética na Grécia, juntamente com indicadores de problemas de saúde relacionados a escassez de aquecimento e de restrição a outras necessidades básicas, como alimentos e roupa, classificando 79% das famílias gregas pobres em energia. Já como indicador objetivo, optaram por considerar pobres as famílias que gastassem mais de 10% de sua renda com energia, condição percebida em 58% das famílias, entre as quais se destacaram as de menor renda no país.

Já Santillán, Cedano e Martínez (2020) mediram a pobreza energética em sete países latino-americanos (México, Colômbia, República Dominicana, Peru, Guatemala, Honduras e Haiti), por meio de um índice multidimensional baseado apenas em dados técnicos, e formado por seis indicadores: tipo de combustível utilizado para cozinhar, poluição resultante deste cozimento, acesso à eletricidade para iluminação, posse de geladeira, posse de rádio ou televisão para comunicação, posse de telefone para telecomunicação. Os países apresentaram percentuais diferentes da população em situação de pobreza energética, variando de 29,1% na Colômbia a 97,9% no Haiti. Diante da forte correlação encontrada entre o índice de pobreza energética e o IDH de cada país, constataram que melhorar o acesso à energia pode contribuir com o desenvolvimento econômico, além do bem estar social da população.

O que se percebe é que tanto países desenvolvidos quanto países em desenvolvimento apresentaram pobreza energética. Os vários indicadores que podem ser utilizados destacam a natureza multidimensional deste fenômeno, que resulta não só da condição financeira das famílias, mas também das condições de suas residências. As medidas a serem tomadas no combate à pobreza energética devem impulsionar tanto a diminuição dos custos energéticos quanto a melhoria habitacional, a saúde e o conforto das famílias.

Assim como foi verificado em outros países, acredita-se que há pobreza energética também no Brasil. Gomes (2018) apontou que este país apresenta tanto a pobreza energética quantitativa, com a falta de acesso à energia, principalmente em áreas rurais, quanto qualitativa, mais relacionada à dificuldade de arcar com as despesas inerentes a este insumo, em suma, nas áreas urbanas. Defendeu que os governos buscam minimizar esta pobreza por meio de políticas de universalização, como o Programa Luz para Todos, e a instituição da tarifa social, em 2010, que subsidia parte da energia, minimizando a vulnerabilidade energética das famílias. Entretanto, a autora não aponta os níveis de pobreza das famílias, os quais precisam ser mensurados para a elaboração de políticas públicas mais efetivas.

Como uma das formas de avaliação deste tipo de pobreza é baseada na renda familiar, as famílias de menor renda devem ser as mais afetadas. Assim, medidas voltadas a combater a pobreza energética podem ser ainda mais eficazes quando tomadas em conjunto com outras políticas já voltadas a estas famílias, principalmente as políticas habitacionais, focadas no palco do consumo energético, que são as habitações.

4 POLÍTICA HABITACIONAL NO BRASIL: DIFERENTES SISTEMAS, SEMELHANTES RESULTADOS?

Brazilian housing policy: different systems, similar results?

Resumo:

A moradia é um direito social fundamental e que deve ser foco de políticas públicas, mas nem sempre foi entendida deste modo. Este artigo tem por objetivo abordar o tratamento da questão habitacional pelos governos no Brasil, fazendo uma prospecção de artigos científicos e livros, que tratam do histórico das políticas e programas públicos implantados no país. Entre políticas centralizadas na União e descentralizadas pelos governos locais, a literatura apontou a predominância de práticas clientelistas e o uso das moradias como estratégia de incentivo ao capital e fuga das crises econômicas. Houve avanços relacionados à concessão de subsídios e à ampliação da população beneficiada em número e tipo, mas, na execução das políticas públicas, o foco não foi a diminuição do déficit de habitações destinadas a famílias de baixa renda, que deveria ser seu principal objetivo.

Palavras-chave: Moradia popular; segregação socioespacial; PMCMV; Programa Casa Verde e Amarela.

Abstract:

Housing is a fundamental social right and one that should be the focus of public policies, but it has not always been understood in this way. This article aims to address the treatment of the housing issue by governments in Brazil, making a survey of scientific articles and books, which deal with the history of public policies and programs implemented in the country. Among policies centralized in the Union and decentralized by local governments, the literature showed to the predominance of clientelistic practices and the use of housing as a strategy to encourage capital and escape from economic crises. There were advances related to the granting of subsidies and the expansion of the population benefited in number and type, but, in the execution of public policies, the focus was not on reducing the deficit of housing for low-income families, which should have been its main objective.

Keywords: Popular housing. Socio-spatial segregation. PMCMV, Casa Verde e Amarela Program.

4.1 Introdução

O bem-estar das pessoas é de extrema importância ao desenvolvimento de uma nação, devendo ser asseguradas as necessidades básicas de toda a população, entre as quais pode ser destacada a habitação. Entretanto, de acordo com a Fundação João Pinheiro (FJP), o Brasil possuía um déficit habitacional estimado em 5,88 milhões de residências em 2019, o equivalente a 8,0% do estoque de domicílios particulares permanentes e improvisados do país. A maior parte deste déficit, 51,7% dele, refere-se a unidades habitadas por famílias de baixa renda e que possuíam ônus excessivo com aluguel, ou seja, equivalente a mais do que 30% da renda familiar dos moradores (FJP, 2021).

A moradia é um bem social que, para parcela significativa da população, depende de financiamento público para ser assegurada (ALMEIDA; ARAÚJO, 2020). Por isso, precisa ser alvo de políticas permanentes, com ações de longo prazo, respeitando as necessidades da população. Entende-se, pois, que o déficit habitacional existente resulta não apenas de ações recentes, mas, também, de medidas adotadas por governos anteriores, as quais precisam ser analisadas para melhor entendimento do déficit atual.

Desta forma, este artigo tem por objetivo abordar como a questão habitacional vem sendo tratada pelos governos no Brasil, apresentando um panorama histórico das políticas e programas públicos implantados no país.

Como metodologia para esta pesquisa exploratória com abordagem qualitativa, foi feita revisão de literatura, baseada em livros, artigos de periódicos e leis, relacionadas ao tema. As informações coletadas foram divididas em períodos históricos, de acordo com o tratamento dado pelos governantes à questão habitacional, até o Programa Casa Verde e Amarela, lançado em 2020 e que ainda não possui registros na literatura.

4.2 A questão habitacional no Brasil ao longo do tempo

A habitação pode ser analisada sob várias óticas, como do direito, do mercado e do interesse social, por exemplo, as quais podem ser reunidas, concomitantemente, enquanto política pública, por representar a necessidade básica e a demanda da população, e ser computada como déficit e vendida como mercadoria (BUONFIGLIO, 2018).

Na Constituição Federal do Brasil (BRASIL, 1988, art. 182), a habitação é considerada como um dos componentes do desenvolvimento urbano, cuja política deve promover “o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e garantir o bem-estar de seus habitantes”. Entretanto, nem sempre a habitação foi vista sob este foco.

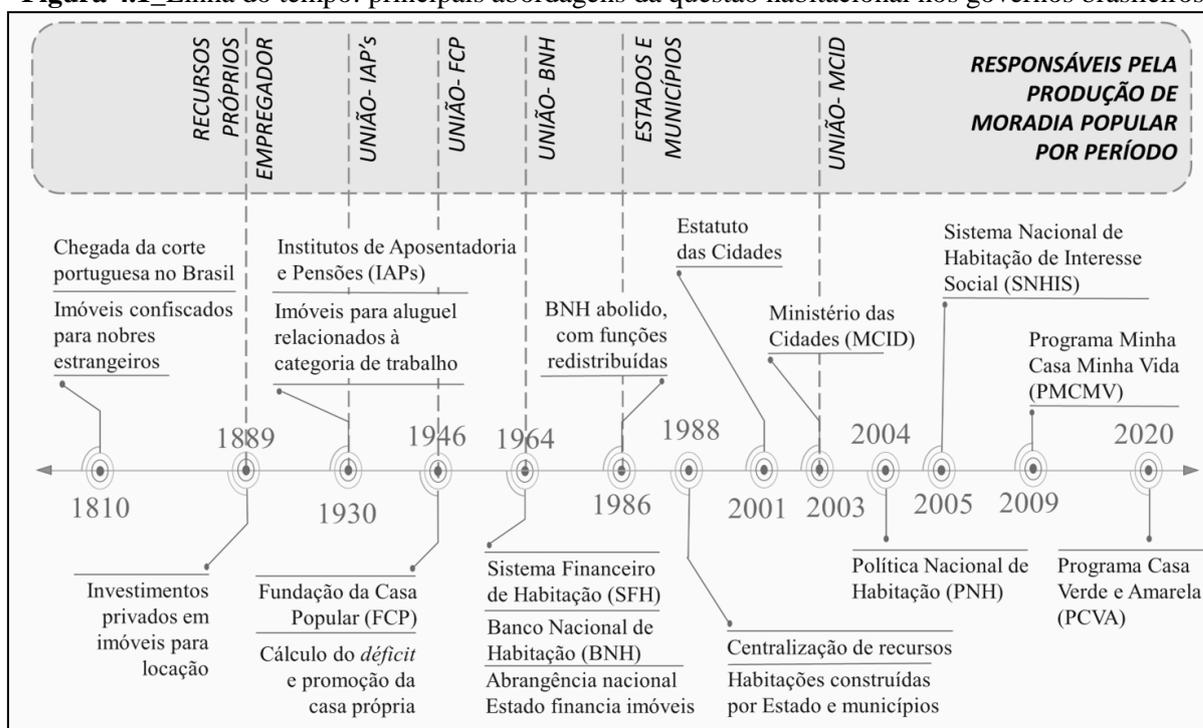
O projeto da moradia destinada a famílias de baixa renda, conhecida como habitação de interesse social, na visão de Siqueira e Araújo (2014, p. 46), é considerado como “um dos mais difíceis na medida em que qualquer gesto pressupõe um controle muito grande de custos, uma racionalização extrema que infelizmente traduz-se numa pobreza de propostas muito grave”, resultando, muitas vezes, em propostas com ideias precárias e de baixa qualidade.

Para Rubin e Bolfe (2014, p. 212), a questão habitacional no Brasil, “sempre esteve atrelada à dependência de políticas públicas, as quais negligenciaram ao atendimento da totalidade de problemáticas que envolvem o déficit habitacional e à infraestrutura, em termos de viabilização de aspectos sociais e econômicos da sociedade carente”. Ressalta-se, então,

que o problema habitacional esteve presente e continua, ainda, a fazer parte de vários momentos da realidade brasileira.

Dessa forma, com base em autores citados neste artigo, tais como Alencar (2014), Bonduki (2011), Bonifácio, Lima e Vale (2018), Buonfiglio (2018), Draibe (1990), Ferreira *et al.* (2019); Grandi, Almeida e Moreira (2016), Maricato (2013), Santos e Duarte (2010) e Santos e Silva (2016), foi possível traçar uma linha do tempo (Figura 4.1), com os principais acontecimentos relacionados à questão habitacional no Brasil e os respectivos responsáveis pela produção das moradias populares em cada período.

Figura 4.1 Linha do tempo: principais abordagens da questão habitacional nos governos brasileiros



Fonte: Elaborado pelos autores

Ao se observar esta linha de tempo, percebe-se que a moradia popular vem sendo de responsabilidade do Estado desde 1930, tendo a União como seu principal produtor. Constatase, ainda, que a carência de moradias é um problema antigo no Brasil, sendo que o quadro que se tem hoje resulta do padrão de decisões adotadas ao longo do tempo, como será detalhado durante o desenvolvimento deste artigo.

4.3 Antes da falta de moradia tornar-se um problema público

Enquanto sociedade de base rural, os cidadãos brasileiros do período colonial, em geral, construíam suas próprias habitações com mão de obra escrava ou mão de obra livre que

aceitava executar os trabalhos pesados realizados pelos escravos (SANTOS; SILVA, 2016). Neste período, não havia intervenção estatal para estas construções ou mesmo uma preocupação dos governantes quanto às moradias necessárias.

A primeira crise urbana na área da habitação, de acordo com Bonifácio, Lima e Vale (2018), ocorreu no início do século XIX, com a chegada da família real portuguesa no, então Brasil Colônia, trazendo a Corte e seu aparato governamental para o Rio de Janeiro, o que, somado à imigração estimulada pela abertura dos portos, resultou em crescimento significativo da população local entre 1808 e 1821.

Em uma prática intitulada sistema de aposentadorias, casas de moradores locais eram marcadas com as letras PR, de Príncipe Regente, indicando as edificações a serem desabrigadas para acomodar os nobres estrangeiros (MEIRELLES, 2015). Além disso, Dom João VI proibiu a posse simultânea de mais de uma casa na Corte e determinou que os imóveis requisitados deveriam ser entregues com a mobília e os escravos, em troca de títulos de nobreza e aluguéis, que nem sempre foram pagos (BONIFÁCIO; LIMA; VALE, 2018). Assim, sob o pretexto da urbanização e civilização da colônia, parte da população já residente passou a ser estimulada a ocupar áreas mais afastadas e insalubres da cidade.

Aqui já se apresentam os primeiros sinais da moradia como mercadoria, e associada à condição econômica da população. As melhores mercadorias passaram a ser destinadas de acordo com os interesses de quem detinha o poder. A habitação já era objeto de negociação de poder e de barganha, não só pela estrutura em si, mas também pela localização em uma época onde as condições de mobilidade exigiam a proximidade física das residências, o que impulsionou a segregação socioespacial dos habitantes.

Com o crescimento da urbanização e o fim da escravidão, o problema da falta de moradia intensificou-se, a partir das últimas décadas do século XIX. Nem o Império, nem a primeira República brasileira, proclamada em 1889, integraram os ex-escravos à sociedade, os quais, juntamente com os trabalhadores imigrantes e os vendedores ambulantes, aglomeraram-se nas cidades, em habitações precárias, incomodando as elites que regiam o país e desejavam os padrões urbanos europeus (SILVA, 2018).

Os dirigentes do início da primeira República, que defendiam o fim do Brasil Colônia e a adoção de valores igualitários e liberais, não extinguiram as hierarquias e privilégios das classes abastadas, enquanto incentivaram reformas urbana e sanitária, que excluía a população com menor poder aquisitivo das decisões e de suas vistas (SILVA, 2019). Embora, os discursos da proclamação da república e do fim da escravatura apontassem para uma nação mais justa, as desigualdades sociais só aumentaram, e as moradias populares continuaram

sendo construídas de modo informal e na periferia das cidades. O caso mais emblemático de segregação socioespacial desta época foi a Reforma Urbana Pereira Passos (1902-1906), no Rio de Janeiro, então capital do país, em que o prefeito homônimo, sob a gestão do Presidente Rodrigues Alves, implementou um projeto urbanístico-sanitário que defendia o embelezamento urbano e melhores condições de salubridade pública na cidade, com base no fim dos cortiços e deslocamento da população mais pobre para áreas mais afastadas e menos nobres, como os morros (SILVA, 2018).

Mesmo diante da resistência da população, com movimentos como a Reforma da Vacina ou outras manifestações menos visíveis, a diversidade cultural e étnica característica do Brasil deu lugar à tentativa de europeização da capital do país, com a expulsão do local de residência do proletariado para bairros mais distantes do centro, pagando caros aluguéis, ou para barracões em favelas (SILVA, 2019).

No âmbito nacional, segundo Koury (2019), a maior parte da população ainda vivia e trabalhava em áreas rurais, sendo o café o principal produto de exportação brasileiro, de modo que, o excedente do seu capital passou a ser investido na construção do setor industrial, durante a Primeira República Brasileira (1889 a 1930), setor impulsionado, também, pela necessidade de compensação de produtos importados, durante a Primeira Guerra Mundial (1914-1919).

Esta diversificação na economia promoveu a imigração europeia, a migração campo-cidade e, conseqüentemente, o aumento da população urbana, resultando em maior demanda por moradias. Esta, por sua vez, estimulou a verticalização em grandes cidades, como Rio de Janeiro e São Paulo, e a locação de imóveis, porquanto as poucas e insuficientes moradias ofertadas apresentavam valor maior que o suportado pelo poder aquisitivo dos trabalhadores (SANTOS; SILVA, 2016).

Neste contexto, a construção das habitações dos operários era financiada pelo capital privado industrial, sendo usada como mediação direta entre o capital e o trabalho, rebaixando o custo da mão de obra para os empregadores (BUONFIGLIO, 2018; SANTOS; SILVA, 2016). Se em um primeiro momento, pouca era a preocupação dos gestores e burgueses quanto à condição de moradia da população pobre, a indústria traz essa questão para o foco das classes mais abastadas, infelizmente, pelos motivos errados.

O problema habitacional era entendido como um problema de saúde pública e, portanto, econômico, ao ser dominado pelo discurso higienista, preocupado com a insalubridade das habitações, que poderiam debilitar a saúde do trabalhador, diminuindo sua produtividade e inibindo a política imigratória do governo. Ou seja, além da tratativa ter sido

restrita ao proletariado industrial, as habitações populares passaram a ser “importantes” não para buscar minimizar as desigualdades sociais, mas sim, porque precisavam dar condições mínimas de saúde aos trabalhadores, para que não adoecessem e deixassem de trabalhar, impactando, assim na economia.

Até então, o Estado intervinha na produção de moradias apenas com isenções fiscais, e passou a ser pressionado pelos empresários nacionais e estrangeiros para estabelecer uma política de incentivos à construção de moradias para os trabalhadores (GRANDI; ALMEIDA; MOREIRA, 2016). A pressão teve resultado na Era Vargas, cujo governo apoiava o setor industrial e promoveu sua expansão e diversificação, demandando maior quantidade de operários (KOURY, 2019).

4.4 O Estado começa a assumir a responsabilidade pela questão habitacional

Na Segunda República Brasileira (1930 a 1937), a questão da habitação começou a ser entendida como um problema público e as reivindicações desta área foram redirecionadas ao Estado. Este inicia sua participação na produção habitacional em um processo que não era, ainda, uma política pública, ao passo que seus resultados não indicavam a universalização do acesso à moradia (ARAVECCHIA-BOTAS, 2016).

O Governo Vargas promoveu a construção de conjuntos habitacionais e financiamento para aquisição e construção de moradia urbana por meio das “carteiras prediais”, numa tentativa de ampliar sua legitimidade e como parte do plano de industrialização do país, não demonstrando uma estratégia efetiva para enfrentar o problema (GRANDI; ALMEIDA; MOREIRA, 2016; SANTOS; SILVA, 2016).

Foram criados, então, os Institutos de Aposentadoria e Pensões (IAP), subordinados ao Ministério do Trabalho, que tinham como objetivo principal, garantir a aposentadoria e pensões aos seus associados, mas, também, construía habitações populares, relacionadas às categorias de trabalho, sendo estas, então, atreladas à questão da previdência social e oferecidas por meio de aluguel aos trabalhadores (BUONFIGLIO, 2018; GRANDI; ALMEIDA; MOREIRA, 2016).

Entretanto, Bonduki (2011) destaca que, mesmo sendo direcionadas aos empregados com carteira assinada, nem todos possuíam condições financeiras para arcar com os valores solicitados pelas moradias, o que impulsionou o aumento das construções informais, ou seja, sem apoio técnico ou financeiro do Estado. Percebe-se que, além da renda, a categoria de trabalho foi usada para distinguir quem poderia acessar o benefício de uma moradia

promovida pelo Estado, atrelando um ar meritocrático relacionado não a quem mais precisava da moradia, mas quem poderia contribuir com a economia a partir da sua atividade laboral.

Após a Revolução de 1930, em geral, as políticas avançaram, quanto à centralização institucional e a inserção de novos grupos sociais ao sistema de proteção, mas a intervenção social do Estado manteve a seletividade dos beneficiários, a heterogeneidade dos benefícios e a fragmentação institucional e financeira. Koury (2019) listou estudos que caracterizaram as políticas implementadas, neste período, como seletivas, não distributivas e limitadoras da formação da classe trabalhadora brasileira. A falta de moradias para a população mais carente, ainda, não era um problema público independente, sendo considerado como parte das políticas previdenciárias.

Já no período entre 1945 e 1964, Draibe (1990) destaca que surgiram inovações para as políticas sociais, no campo legal-institucional, mas de forma bem tênue, em relação à habitação popular. Em 1946, foi criada a Fundação da Casa Popular (FCP), com propósito de mensurar o déficit habitacional do país e, principalmente, viabilizar o acesso à moradia própria para a população de baixa renda.

A casa popular, então, deixou de ser destinada para aluguel e passou a ser vendida, forma encontrada pelo governo para oferecer ascensão social e a civilidade intrínseca à responsabilidade do cidadão com seu bem, além de contribuir com a estratégia de industrialização do país, o combate ao desemprego e a contenção da agitação popular (GRANDI; ALMEIDA; MOREIRA, 2016).

A Fundação da Casa Popular financiava os imóveis, concedendo crédito em longo prazo e juros menores que o do mercado, além de reduzir os custos das habitações, com isenções fiscais e subsídios estatais para as construtoras. Sobre este cenário, Bonduki (1994, p. 718) afirmou que, a “carência de recursos, desarticulação com os outros órgãos que, de alguma maneira, tratavam da questão e, principalmente, a ausência de ação coordenada para enfrentar de modo global o problema habitacional [...]”, foram alguns dos fatores que inviabilizaram o sucesso da FCP. Destacou, ainda, que o papel do Estado neste período, foi fragmentado, não se configurando, então, como uma política. Com a habitação sendo usada como barganha para convencer a população dos “bons interesses” de quem estava no poder, o governo não parece ter se preocupado com o planejamento adequado para a universalização, como a negociação com outros setores para garantir os recursos necessários às políticas públicas.

Aravecchia-Botas (2016) destaca que com a FCP, os IAPs e alguns outros órgãos municipais e estaduais de produção habitacional, o Estado brasileiro financiou apenas 175 mil moradias, entre os anos de 1930 a 1964, tendo construído, diretamente, pouco mais de 100

mil unidades habitacionais. Bonduki (2011), por sua vez, defendeu que grande parte dos projetos desenvolvidos possuía boa qualidade, mas sua restrição aos trabalhadores formais, não compensava a ausência da política habitacional, necessária ao combate às favelas e autoconstruções, que se espalhavam pelo país.

Até então, a moradia popular foi usada como estratégia de incentivo à industrialização do país, com uma preocupação maior do governo em desenvolver esta meta do que em universalizar o acesso à habitação. Koury (2019) defendeu que as políticas implantadas na Era Vargas levaram ao desenvolvimento de bairros, principalmente, nas maiores cidades do país, das classes atendidas pelos programas de assistência social, ao passo que aumentava a disparidade desta parcela da população em relação aos que não eram beneficiados, resultando em agravamento do problema habitacional.

Assim, entende-se que, a seletividade dos benefícios, já vista em governos anteriores, foi mantida nas novas medidas, tanto na escolha dos habitantes urbanos a serem beneficiados, quanto das cidades que receberiam mais investimentos, os quais foram concentrados nas que estavam com a industrialização mais desenvolvida, ou seja, no Sudeste e Sul do país. Uma mudança nessa abrangência surgiu em meados da década de 1960, quando a questão habitacional passou a ser foco de uma política pública nacional específica.

4.5 Primeira Política Nacional de Habitação no Brasil

Em 1964, segundo Bonduki (2014, p. 63), logo após a implantação do governo militar, foram adotadas novas medidas voltadas para a habitação popular, tais como, a transformação da Fundação da Casa Popular no Serviço Federal da Habitação e Urbanismo (SERFHAU) e a criação do Banco Nacional da Habitação (BNH), dando início, então, a uma política nacional de habitação, a partir de um novo Sistema Financeiro da Habitação (SFH). Contudo, “essas alterações, que eram necessárias, nasceram com o regime autoritário, que se estenderia até 1985, em um momento de cerceamento das liberdades democráticas e de fortalecimento dos setores conservadores”.

O Estado deixou, então, de produzir para, apenas, financiar os imóveis a serem construídos. Além da produção de moradias, motivo apresentado como principal, para a criação do BNH, esta nova política pretendia controlar o comportamento dos beneficiados, tornando-os “aliados da ordem”, e estimular a construção civil, setor que contava com forte capital privado nacional e exigia mão-de-obra em grande quantidade e pouca qualificação, compatível com o fluxo de migrantes rural-urbanos com baixa escolaridade (SANTOS;

DUARTE, 2010). Em substituição ao senso de ascensão social e civilidade associado à moradia pelo governo anterior, a meritocracia parecia ser guiada pela aceitação à ordem imposta pelo novo regime.

Com abrangência nacional, permitindo a implementação em grande escala, esta política teve como fontes financeiras o Fundo de Garantia por Tempo de Serviço (FGTS), o Sistema Brasileiro de Poupança e Empréstimos (SBPE) e recursos próprios dos agentes financeiros e dos adquirentes (GRANDI; ALMEIDA; MOREIRA, 2016; SANTOS; DUARTE, 2010). O FGTS, criado em 1967, era também uma poupança, só que obrigatória e gerenciada pelo Estado e pelas entidades trabalhistas, servindo, ainda, como recurso para trabalhadores formais que ficassem desempregados (MARICATO, 2013).

Neste contexto, Draibe (1990) defende que foi desenvolvido no Brasil um esquema assistencial denso, dirigido a grupos de riscos, que embora devessem ser residuais, eram compostos pela maior parte da população, pois predominava a renda familiar de até dois salários mínimos. A amplitude do grupo fez com que a política de modelo meritocrático (igualdade de oportunidade com ênfase no mérito, baseado na diferença de renda, classe e inserção no mercado de trabalho), ganhasse ares de institucional (igualdade de resultados, com critério igualitário para a distribuição de recursos, produtos e serviços) e operasse de modo precário, sendo alvo de práticas assistencialistas e clientelistas.

Além disso, Bonduki (2011) relata que, as habitações construídas neste período já não tinham a mesma qualidade arquitetônica que as unidades construídas antes do BNH, sem ser agregada a elas uma identidade. Em uma avaliação quantitativa, o cenário também não era favorável, uma vez que, mesmo após grande atividade no mercado imobiliário até a década de 1970, a demanda habitacional crescera, em proporção bem superior à concessão de financiamentos, o que levou o governo a modificar a política habitacional, lançando programas de urbanização de favelas, de autoconstrução e de lotes urbanizados (BONDUKI, 2011; SANTOS; DUARTE, 2010).

Entretanto, paralelamente a estas mudanças, foi deflagrada uma forte crise econômica internacional, a qual afetou negativamente o Brasil, dificultando a execução das políticas sociais com investimento público. No âmbito nacional, a crise foi intensificada pelo endividamento público, adquirido no regime militar, pela queda no crescimento econômico e aumento significativo da inflação, o que, por sua vez, impactou a renda dos trabalhadores e diminuiu sua capacidade de consumo (GRANDI; ALMEIDA; MOREIRA, 2016).

A forte queda dos salários reais, corrigidos anualmente, durante a crise econômica, somada ao efeito dos reajustes trimestrais das prestações e do principal da dívida junto ao

Sistema, dificultou, ainda mais, o financiamento da casa própria e gerou uma grande mobilização popular. Este desencontro dos reajustes gerava um resíduo no fim do contrato, que levou a altos níveis de inadimplência dos contratos do SFH em 1982 e, ainda, a processos judiciais movidos por 145 mil mutuários contra o BNH, até 1983, alegando ilegalidade dos reajustes praticados, que acabaram sendo reduzidos diante da pressão popular (MELO, 1993).

Em consonância, Santos e Duarte (2010) defendem que, mesmo tendo financiado 4,5 milhões de habitações, até 1986, o BNH não enfrentou, adequadamente, a questão da moradia popular, uma vez que não reconhecia a necessidade de subsidiar a habitação popular, pois a parcela da população mais carente da política não possuía as condições financeiras adequadas para estas aquisições. Não se pode negar, entretanto, a maior amplitude das ações do BNH em relação às ações públicas anteriores, pois a produção em 22 anos foi mais de 25 vezes superior ao promovido entre 1930 e 1964, resultado que pode ser associado à elaboração de uma política especificamente habitacional e a ampliação do público beneficiado, ao desatrelar da política previdenciária.

Draibe (1990) informa que, destas habitações promovidas no regime militar, apenas 273 mil foram destinadas à população de baixa renda (que recebiam até três salários mínimos), enquanto que 1,1 milhão de moradias foram direcionadas a famílias com renda de até cinco salários mínimos (SM). Quanto ao valor investido, apenas 7,7% do saldo total dos financiamentos do SFH foram destinados a mutuários com renda inferior a 3,5 SM. Ao se observar estes números, percebe-se que, as famílias que deveriam ser o principal foco das políticas habitacionais foram as menos beneficiadas pelas ações listadas.

Esta visão é reiterada por Melo (1993), quando retrata que o “modelo de casa própria” não era possível ser adquirido pela população de baixíssima renda, de modo que, os programas do BNH beneficiavam os grupos de média e alta renda, para os quais as habitações eram construídas. O autor ressalta, ainda, que os agentes financeiros do SFH acumularam grandes riquezas ao exercer influência privilegiada sobre as decisões da política nacionalmente centralizada.

Assim, embora o governo tenha inserido características universalizantes na política habitacional, buscando atender nacionalmente e ampliando a cobertura das políticas anteriores, ainda permaneceu o sistema de desigualdade. Com a menor parte dos imóveis direcionados à parcela da população mais necessitada, não foi possível a redistribuição de moradias, pregada pelo BNH em seu lançamento, resultado agravado pelas medidas que beneficiavam mais as classes de maior renda e os agentes financeiros do SFH.

É inegável, entretanto, a importância da estruturação do SFH neste período, mesmo que ele tenha sido restrito aos poucos trabalhadores, que podiam pagar pelos financiamentos, mas permitindo o financiamento massivo das casas (BONDUKI, 2011). Apesar das inconformidades registradas, a criação do sistema habitacional organizou uma base para políticas nacionais posteriores, até então, desconhecidas no Brasil, como também, deu início a práticas voltadas ao déficit de moradias populares no país, retirando este problema da dependência da previdência social.

4.6 Nova forma de governo, nova política habitacional

O BNH teve duração semelhante à do regime militar, ao fim do qual as políticas habitacionais ganharam destaque na agenda reformista. Com o fim do militarismo e a “redemocratização” do Brasil, a Nova República propunha combater a centralização decisória, a permeabilidade dos interesses empresariais e o caráter privatista-excludente das políticas públicas adotadas até então, entre elas, a habitacional. Por concentrar os quadros técnicos e a memória do setor, ao passo que não havia atores envolvidos ou especialistas organizados, em busca de promover uma reformulação da política habitacional, o próprio BNH lançou as propostas reformistas, mas foi logo extinto e suas funções foram transferidas para a Caixa Econômica Federal (CEF), interrompendo a execução das propostas e provocando uma descontinuidade e fragmentação institucional, que levou à marginalização a questão habitacional na agenda governamental (MELO, 1993).

A partir da Constituição de 1988, a política habitacional teve sua gestão descentralizada para estados e municípios, que passaram a produzir moradias populares, utilizando recursos próprios somados aos baixos investimentos do governo federal, o que resultou em uma produção em pequena escala e fortalecimento dos movimentos sociais, articulados em prol do desenvolvimento de políticas mais efetivas (BONDUKI, 2011).

Para subsidiar as moradias populares e urbanizar as favelas, no primeiro momento, os gestores locais recorreram a financiamentos de organismos internacionais, como o Banco Mundial e o Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID). A partir de 1995, era possível acessar os programas Promoradia e Prosaneamento, desde que os estados e municípios tivessem capacidade de endividamento (ALENCAR, 2014). Devido à falta de recursos dos governos locais, os programas não conseguiam alcançar seus objetivos de produzir moradias para a população de baixa renda, uma vez que, as famílias não se adequavam às condições de financiamento impostas.

Assim, a produção habitacional do Estado beneficiava, apenas, as classes sociais com mais dinheiro, enquanto a cidade informal crescia e a crise habitacional agravava-se. Até que, de acordo com Bonduki (2011), o formato nacional da política é retomado na mudança do século, sendo marcantes, as medidas de urbanização de assentamentos precários e a adoção de subsídios para aquisição de moradias por famílias de menor renda.

Em 2000, foi publicada a Emenda Constitucional nº 26, por meio da qual a habitação ganhou o status de direito social fundamental, equiparando-se com a saúde, educação, trabalho e segurança. Esse documento respondeu ao agravamento da crise social no país e reforçou o papel do Estado na condução da política urbana (ALENCAR, 2014; SANTOS; DUARTE, 2010). No ano seguinte, a Caixa Econômica ofereceu o Programa de Arrendamento Residencial (PAR), criado pela Lei 10.188/2001, que embora, oficialmente, fosse destinado a atender à necessidade de moradia da população de baixa renda, beneficiava, principalmente, as famílias com renda acima de três salários mínimos (ALENCAR, 2014; BRASIL, 2001).

Também em 2001, foi aprovado o Estatuto das Cidades, que definiu medidas de gestão e controle, visando garantir a função social da cidade e da propriedade urbana, bem como, para a regularização fundiária das habitações de interesse social existentes (TRZCINSKI; AMARAL, 2014). Até então, as ações eram desenvolvidas pelos governos locais, sendo pontuais e heterogêneas, além, de mais propícias a práticas clientelistas, considerando que o poder decisório estava perto dos beneficiados, práticas essas que a criação do Estatuto das Cidades tinha a intenção de minimizar.

Com o estabelecimento do Ministério das Cidades, em 2003, o problema habitacional volta a ser visto como uma questão nacional, direcionando a criação da Política Nacional de Habitação (PNH), lançada no ano seguinte, com objetivo de viabilizar moradias para toda a população, em especial, a mais carente. A PNH incorporou experiência das políticas locais, o que é demonstrado pela diversidade de programas que englobou, tais como, a urbanização de assentamentos e assistência técnica a habitações existentes, além da produção de novas moradias. Com essa assistência à população de menor renda, buscava, também, estimular a economia e ampliar as fontes de recursos, contribuindo para um mercado mais estável (BONDUKI, 2011).

Observa-se, então, que a União reassumia a responsabilidade pela questão habitacional e buscava implantar ações em nível nacional, resultantes de decisões centralizadas, mas envolvendo os municípios e estados. Lembrando que os recursos públicos voltados à política

habitacional eram geridos no âmbito federal, a execução da política na mesma esfera governamental poderia levar a maior efetividade da política.

Em junho de 2005, foi publicada a Lei nº 11.124, instituindo o Sistema Nacional de Habitação de Interesse Social (SNHIS), com objetivo de propiciar acesso à terra urbanizada e à moradia digna, para as pessoas de baixa renda, implementando políticas e programas que viabilizassem esse acesso, por meio de ações articuladas, entre os três níveis de governo e a sociedade (ALENCAR, 2014; BRASIL, 2005). Este Sistema, resultado de um projeto de lei, de iniciativa popular, que contou com ampla discussão entre os atores envolvidos e tramitou no Congresso por 13 anos, estabeleceu o processo participativo de elaboração e controle do Plano Nacional de Habitação (PlanHab), com ações organizadas em Planos Locais de Habitação de Interesse Social, que deveriam considerar as particularidades de cada município, para o combate ao seu déficit habitacional (FERREIRA *et al.*, 2019).

O PlanHab, por sua vez, tinha como objetivo formular estratégias, de médio e longo prazo, para combater o déficit habitacional, promover a inclusão social e o desenvolvimento econômico, considerando demandas futuras e as distintas realidades brasileiras, além de distinguir as famílias, de menor renda, em cinco classes, de acordo com suas necessidades de subsídios. Tais medidas permitiriam melhor aproveitamento dos recursos disponíveis para o PlanHab (BONDUKI, 2011).

Estas medidas trouxeram uma nova realidade ao tratamento da questão habitacional, ao passo que consideravam mais a individualidade de cada região e a condição financeira dos beneficiários. Considera-se que, mesmo sendo uma política nacional, o tratamento não pode ser o mesmo em todo o enorme território brasileiro, cujas partes passaram por processos diferentes de desenvolvimento, que acarretaram em necessidades diferenciadas para a população.

Para subsidiar o SNHIS, foi lançado o Fundo Nacional de Habitação Social (FNHIS), composto por diferentes fontes de recursos, tais como o Orçamento Geral da União (OGU), o Fundo de Apoio ao Desenvolvimento Social (FDS), doações e contribuições nacionais e estrangeiras, mas que era completamente dependente do orçamento federal, sendo sujeito a cortes e contingenciamentos (ALENCAR, 2014). Os recursos deveriam ser aplicados pelo Estado nas habitações de interesse social, mas, também, era previsto seu uso pelo mercado para construção de moradias voltadas à classe média, o que permitiria um equilíbrio entre Estado e mercado, tratando de forma distinta as necessidades habitacionais das classes de renda (FERREIRA *et al.*, 2019). Entretanto, Rolnik e Klink (2011) entendem que, embora tenha sido registrada uma melhora nas condições dos domicílios brasileiros construídos, após

o fim do BNH, o modelo de financiamento de novas unidades continuava incompatível com a condição financeira da população de menor renda, principal componente do déficit habitacional.

Em 2007, foi lançado o Programa de Aceleração do Crescimento (PAC), voltado à construção de infraestruturas pesadas, tais como sistemas viários, de saneamento e de geração e distribuição de energia. Paralelo a isso, o PAC levou ao nível nacional, o Programa de Urbanização de Favelas, em um processo que, de acordo com Maricato (2013), o governo reconhecia a existência e buscava regularizar a cidade informal, por meio da execução de projetos de recuperação urbanística, tais como os voltados a saneamento e acessibilidade.

Em uma linha semelhante, voltado para a produção massiva de moradias, foi criado o Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV), em 2009, uma tentativa do governo de contornar a crise econômica internacional do ano anterior. Unindo as políticas habitacional, econômica e social por meio do investimento na construção civil, o PMCMV buscava dinamizar o mercado imobiliário e impulsionar a criação de empregos, principalmente os que exigiam baixa qualificação (FERREIRA *et al.*, 2019, BONDUKI, 2011).

O PMCMV previa uma produção em larga escala, com meta inicial de um milhão de moradias, e subsídio inversamente proporcional à renda familiar, devendo, ainda, ser considerados, para definição de prioridades de atendimento, critérios como a doação de terrenos pelos governos locais e desoneração tributária sobre as construções viabilizadas pela política. Em sua elaboração inicial, quanto à renda mensal, os beneficiados foram divididos em três faixas, sendo a primeira, aquela dos que recebiam até três salários, considerados de baixa renda e que compunham a maior parte do déficit habitacional do país. Esta faixa recebia recursos do Fundo de Arrendamento Residencial (FAR), que subsidiava a maior parte do imóvel e financiava o restante, com juros abaixo dos de mercado. A segunda faixa, com renda de até seis salários mínimos, era contemplada com subsídios menores que os da primeira faixa, a partir de recursos do FGTS. Era também o FGTS que custeava os benefícios da terceira faixa, de até dez salários mínimos, cujos imóveis não eram subsidiados, mas possuíam taxas de juros mais atrativas, que as do mercado e garantias de quitação do saldo devedor do imóvel, em caso de morte do mutuário (BRASIL, 2009; LIMA NETO *et al.*, 2015).

Com a possibilidade de escolher a localização dos empreendimentos do Minha Casa Minha Vida, as empreiteiras destacavam a carência de terrenos, com infraestrutura adequada, para a construção das unidades, e cobravam dos municípios as ações de urbanização das áreas disponíveis. Sobre isso, Rolnik e Klink (2011) relatam que faltava planejamento e recursos

aos governos municipais, para solucionar estas questões, uma vez que seus investimentos foram concentrados na regularização dos assentamentos precários, resultantes das políticas anteriores.

Por meio do PMCMV, foram contratadas 6,06 milhões de unidades habitacionais entre 2009 e 2020 (BRASIL, 2021d), uma quantidade de contratações quase 50% superior às gerenciadas pelo BNH, mesmo tendo durado apenas metade do tempo. No entanto, novamente, a maior parte dos investimentos não foi voltada à faixa de renda, que deveria ser prioritária, e sim, às faixas cujos imóveis tem maior contrapartida financeira dos mutuários, retratando as habitações, apenas, como “mercadoria que gera lucro” e não possibilitando a diminuição das desigualdades sociais (ALENCAR, 2014). Em complemento, Almeida e Araújo (2020) destacaram que a moradia, por ser um bem social privatizável, tem se tornado mais um ativo financeiro do que um direito social, pois, por meio das políticas habitacionais, a habitação tem sido promovida priorizando a valorização do capital do que do direito humano fundamental de moradia, intensificando, ao invés de combater o déficit habitacional.

Além disso, percebe-se um padrão de localização dos empreendimentos em regiões periféricas, reforçando a segregação socioespacial, já evidenciada em políticas anteriores, sendo utilizados para impulsionar a expansão urbana, com a instalação das famílias de menor renda, onde a terra é mais barata, ou seja, nos limites da área urbana, em locais carentes de infraestrutura, de equipamentos, de serviços públicos e de empregos (ROLNIK *et al.*, 2015).

Rolnik e Klink (2011) destacaram que a periferização das moradias populares fragmentou as cidades, impactando na mobilidade e prejudicando o ambiente. Este espraiamento acaba por ser prejudicial, também, aos governos locais, considerando que exige maior aporte de recursos para agregar estes conjuntos à malha urbana e à cidade como um todo. Ressalta-se que a fragilidade das políticas de planejamento urbano, sujeitas a práticas clientelistas e a incentivos à especulação imobiliária, é um efeito, que precisa ser combatido.

Destaca-se, ainda, que a elaboração do PMCMV não contou com a participação dos atores envolvidos, diretamente, no processo, como ocorreu no SNHIS, e nem considerou outros princípios definidos no PlanHab. Outrossim, teve grande influência do setor empresarial, privilegiando o mercado, sem focar na minimização das desigualdades sociais ou os problemas relacionados à questão urbanística, permitindo, ainda, uma agressividade do mercado imobiliário na aquisição de terras interessantes para as construções, mesmo as já ocupadas por favelas e assentamentos (LIMA, 2018; MARICATO, 2013). Ao permitir o deslocamento espacial do mercado imobiliário, o PMCMV intensificou a segregação socioespacial e viabilizou maiores ganhos econômicos às instituições privadas, as quais usam

a liberdade de definir os locais de construção dos imóveis, para escolher terrenos mais baratos e pouco integrados à cidade.

Ademais, na visão de Bonduki (2011), o surgimento do PMCMV sufocou as alternativas, que poderiam ser exploradas pelo SNH, ou mesmo por governos locais, que se acomodaram na elaboração de políticas habitacionais próprias, adotando medidas mais voltadas ao mercado do que à sociedade. Para Rolnik e Klink (2011), as políticas adotadas no Brasil não respeitaram as individualidades das regiões, adotando padrões iguais para as diferentes realidades, em uma política que, pouco se modificou, desde o BNH, mesmo tendo agregado diversos programas habitacionais. Rolnik *et al.* (2015), por sua vez, entendem que, por sua grande dimensão, o Programa Minha Casa Minha Vida deveria ter sido um importante impulsionador da ocupação da cidade, de forma mais igualitária, mas acabou por repetir problemas registrados em políticas anteriores, reforçando as desigualdades sociais.

Segundo Maricato (2013), as políticas sociais adotadas na primeira década do século XXI, algumas delas orientadas pelo Banco Mundial e focadas na extrema pobreza e no saneamento básico, trouxeram melhorias significativas à parcela da população brasileira que estava esquecida, permitindo melhores condições de vida, crescimento da economia, do emprego e do salário mínimo. Entretanto, a autora afirma, ainda, que a alta especulação imobiliária, cada vez mais impulsionada pelo mercado, prejudicou as cidades, levando-as a crescerem sem se desenvolverem, aumentando a desigualdade social e o prejuízo ambiental, sendo imprescindível uma reforma urbana, que preze por uma cidade mais democrática, solidária e sustentável.

Como visto, novamente, a moradia foi utilizada como estratégia de incentivo ao capital, quando sua política foca mais no bem-estar do setor empresarial, do que, da população. Mesmo diante das legislações, programas e órgãos criados voltados para um melhor combate ao déficit habitacional, práticas adotadas em governos anteriores são repetidas, tais como, a manutenção da segregação socioespacial, por meio de empreendimentos construídos à margem das cidades, além da menor parte dos benefícios ser direcionada às populações mais carentes.

É fato que os resultados do PMCMV demonstram avanços quanto ao reconhecimento das diferentes necessidades econômicas das diversas classes de renda da população e a desconsideração das famílias de alta renda, beneficiadas em políticas anteriores. Entretanto, ainda não obteve o resultado esperado, que seria de reduzir, de fato, as desigualdades sociais das diferentes faixas de renda da população brasileira.

O PMCMV perdurou até meados de 2020, quando foi substituído pelo Programa Casa Verde e Amarela (PCVA). Este novo programa federal prevê, além da produção de moradias, o combate ao déficit habitacional por meio da regularização fundiária e melhoria habitacional, para famílias com renda mensal de até R\$ 7.000,00, quando residentes em área urbana, ou com renda anual de até R\$ 84.000,00, no caso de famílias que morem em área rural. Há ainda a previsão da locação social, um formato que está sendo discutido pelo governo federal para ser uma futura modalidade de atendimento do PCVA (BRASIL, 2021a).

Parte dos parâmetros definidos para o PMCMV foi mantido, como o benefício (subsídio ou juros mais baixos de financiamento) inversamente proporcional à condição econômica das famílias, divididas em grupos de acordo com a faixa de renda; a preferência de registro do imóvel em nome da mulher; a responsabilidade do poder público local com a implantação da infraestrutura básica para os empreendimentos; o tamanho mínimo de 36,00m² ou 39,00m² para as unidades do tipo casa ou apartamento, respectivamente, entre outros.

Entre as diferenças entre o PMCMV e PCVA, cabe destacar a tratativa diferenciada de acordo com a região geográfica. Para os financiamentos habitacionais, foram estipulados juros menores para as famílias residentes nas regiões Norte e Nordeste, ao comparar com as demais regiões geográficas brasileiras, enquanto que nos requisitos dos empreendimentos subsidiados, foram definidos parâmetros para as edificações de acordo com a zona bioclimática, como requisitos de ventilação cruzada, pontos de ar condicionado e sistemas alternativos de energia obrigatórios (BRASIL, 2017; BRASIL, 2021b).

Assim, os normativos do Programa Casa Verde e Amarela indicam uma mudança na política habitacional, com um maior respeito às individualidades das regiões. Já a inserção das novas modalidades de atendimento pode levar a uma diminuição da promoção pública da segregação socioespacial, pois dá margem às famílias a permanecerem em suas moradias ao invés de serem realocadas para as áreas de expansão urbana das cidades, onde insistem em ser construídas as novas moradias populares, previsão que permanece no PCVA.

Entretanto, por ora, são apenas expectativas, pois não foi encontrado registro na literatura científica sobre este programa, e os relatórios do governo federal indicam pouco mais de 440 mil unidades contratadas entre 25 de agosto de 2020 e 07 de setembro de 2021, todas financiadas pelo FGTS, sem indicação de subsídio (BRASIL, 2021d). Ademais, após um ano de programa, a modalidade de regularização fundiária e melhoria habitacional ainda estava em fase de adesão dos municípios para posteriormente, serem iniciadas as ações (BRASIL, 2021c). Cabe, portanto, uma avaliação futura se essas mudanças ficarão apenas no papel.

Tanto o PCVA como outras ações a serem adotadas pelo SNH e pelos governos locais, em prol da redução do déficit habitacional, devem promover um melhor aproveitamento do espaço urbano, com moradias em regiões, com infraestrutura já consolidada, permitindo, assim, um acesso mais igualitário à cidade, para toda a população. Além disso, o crescimento populacional continua a evoluir, o que aumenta a demanda habitacional, de modo que as ações governamentais devem considerar essa dinâmica, para o cálculo dos déficits habitacionais futuros, prevendo esse fator em suas ações de longo prazo.

4.7 Considerações finais

A tratativa do problema habitacional no Brasil passou por mudanças significativas ao longo do tempo, que podemos considerar uma evolução, ao considerar que iniciou limitada a moradias para o proletariado industrial, como parte da política previdenciária do país, até ser consolidada como uma política nacional focada na universalização das moradias. A melhoria no tratamento da promoção das moradias populares permite acreditar que as políticas habitacionais futuras podem apresentar resultados mais efetivos no combate ao déficit habitacional em suas duas vertentes, de quantidade e qualidade dos imóveis ofertados à população mais carente.

Entretanto, a segregação socioespacial e o poder do mercado marcaram este processo, com a promoção das habitações populares sendo associada às medidas governistas, seja na definição dos beneficiários ou na localização das moradias. Não se encontrou na literatura registros que apontassem uma preocupação do poder público com a concessão de moradias bem estruturadas e integradas à cidade, permitindo redução mais efetiva das desigualdades sociais.

Percebe-se, assim, que as políticas habitacionais implantadas no país, mesmo com os diferentes formatos adotados, não garantiram moradias a toda a população, principalmente à parcela de menor renda, minimizando as desigualdades sociais. Com os recursos altamente influenciáveis pelas crises econômicas e pelas forças políticas, as medidas adotadas pelos governos foram dedicadas a negociações clientelistas ou ao beneficiamento da camada empresarial.

Os efeitos destas ações acumularam ao longo do tempo, resultando em agravamento da crise habitacional, tanto em um viés quantitativo quanto qualitativo. Afinal, as moradias precisam ser construídas, considerando a demanda existente, mas também, concedendo

condições dignas de acessibilidade, segurança, educação, emprego e saúde aos moradores, fatores que a literatura aponta que não foram garantidos no Programa Minha Casa Minha Vida. Embora este programa tenha promovido a maior quantidade de moradias entre as políticas analisadas, novamente, as famílias de menor renda não foram as mais beneficiadas, tanto na oferta quanto na qualidade e localização dos imóveis entregues. No seu sucessor, Programa Casa Verde e Amarela, percebe-se uma promessa de moradias mais adequadas às necessidades locais. Entretanto, um ano após sua implantação, ainda é só promessa, pois as poucas contratações executadas, até então, não focaram na população de baixa renda.

Ainda são necessárias mudanças na essência e na execução da política habitacional, que deve ser mais universalista e, realmente, distributiva, concedendo iguais oportunidades e condições a toda população, sendo fundamental considerar as necessidades de cada grupo. Embora, ainda precisem ser estimuladas ações, a curto e longo prazo, que permitam que este problema, tão antigo no país, possa ser, de fato, combatido, cabe destacar que as políticas públicas habitacionais avançaram, com a criação de órgãos e programas específicos, incorporando medidas em suas legislações que buscam a universalização do acesso a moradias e ofertando condições de financiamento diferenciadas no intuito de compatibilizar a oferta com a condição financeira das famílias que demandam estas habitações.

4.8 Referências

ALENCAR, A. K. B. de. A política habitacional no Brasil: o espaço da produção social do habitat. In: ARCOVERDE, A. C. B. (org.). **Avaliação de Políticas Públicas em múltiplos olhares e diferentes praxis**. 23. ed. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2014. p. 255–274.

ALMEIDA, S. S. de; ARAÚJO, C. P. de. Moradia no Século XXI: ativo financeiro ou direito social?. **Revista de Políticas Públicas**, v. 24, n. 2, p. 839-857, 2020.

ARAVECCHIA-BOTAS, N. Habitação pública e modernização capitalista: uma relação dialética entre fontes de pesquisa e procedimentos de análise. **Anais do Museu Paulista: História e Cultura Material**, v. 24, n. 3, p. 177–198, 2016.

BONDUKI, N. G.. Origens da habitação social no Brasil. **Análise Social**, v. 29, n. 127, p. 711–732, 1994.

BONDUKI, N. G.. La nueva política nacional de vivienda en Brasil: Desafíos y limitaciones. **Revista de Ingeniería**, v. 35, p. 88–94, 2011.

BONDUKI, N. G.. **Os pioneiros da habitação social - Cem anos de política pública no Brasil**. São Paulo: Ed. UNESP/ Edições SESC, 2014.

BONIFÁCIO, M. I. G. C.; LIMA, R. B. de; VALE, L. G. do. A Corte portuguesa no Brasil : o sistema de aposentadorias nas tramas da História e do jornal Correio Braziliense (1808-

1821). **Anais de História de Além-Mar XIX**, v. 1, p. 163–188, 2018.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, 1988.

BRASIL. Lei nº 10.188, de 12 de fevereiro de 2001. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, DF, 14 fev. 2001. Seção 1, p. 4.

BRASIL. Lei nº 11.124, de 16 de junho de 2005. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, DF, 17 jun. 2005. Seção 1.

BRASIL. Lei nº 11.977, de 07 de julho de 2009. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, DF, 08 jul. 2009. Seção 1, p. 2.

BRASIL, Ministério de Estado das Cidades. Portaria nº 269, de 22 de março de 2017. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, DF, 24 mar. 2017. Seção 1, p. 119.

BRASIL. Lei nº 14.118, de 12 de janeiro de 2021. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, DF, 13 jan. 2021a. Seção 1, p. 1.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Portaria nº 959, de 18 de maio de 2021. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, DF, 19 maio 2021b. Seção 1, p. 155.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Programa Casa Verde e Amarela completa um ano com avanços no combate ao déficit habitacional. **Ministério do Desenvolvimento Regional**. 2021c. Disponível em: <https://www.gov.br/mdr/pt-br/noticias/programa-casa-verde-e-amarela-completa-um-ano-com-avancos-no-combate-ao-deficit-habitacional>. Acesso em: 01 out. 2021.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. **Sistema de Gerenciamento da Habitação**. 2021d. Disponível em: <http://sishab.mdr.gov.br/>. Acesso em: 1 out 2021.

BUONFIGLIO, L. V.. Habitação de Interesse Social. **Mercator**, v. 17, p. 1–16, 2018.

DRAIBE, S. As políticas sociais brasileiras: diagnósticos e perspectivas. In: **Para a década de 90: prioridades e perspectivas de políticas públicas**. 4. ed. Brasília: IPEA/IPLAN, 1990.

FERREIRA, G. G.; CALMON, P.; FERNANDES, A. S. A.; ARAÚJO, S. M. V. G. de. Política habitacional no Brasil: uma análise das coalizões de defesa do Sistema Nacional de Habitação de Interesse Social versus o Programa Minha Casa, Minha Vida. **urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 11, p. 1–15, 2019.

FJP, Fundação João Pinheiro. **Déficit habitacional no Brasil – 2016 a 2019**. Belo Horizonte: FJP, 2021.

GRANDI, M. da S.; ALMEIDA, R. G. de; MOREIRA, M. F. Habitação Social e mobilizações por moradias no Brasil – Quadro geral e atualidades. In: Working Paper Series Contested _ Cities. **Anais [...]**, 2016.

KOURY, A. P. Modern housing estates and the production of the Brazilian city (1937–1960). **Planning Perspectives**, p. 657-687, 2019. <https://doi.org/10.1080/02665433.2019.1581834>

LIMA, A. J. O Programa Minha Casa Minha Vida, a segregação urbana e a reprodução de

velhas práticas. **Argumentum**, v. 10, n. 3, p. 257–271, 2018.

LIMA NETO, V. C.; KRAUSE, C.; FURTADO, B. A. **O deficit habitacional intrametropolitano e a localização de empreendimentos do Programa Minha Casa Minha Vida: mensurando possibilidades de atendimento**: Texto para discussão. Rio de Janeiro: IPEA, 2015.

MARICATO, E. Cidades no Brasil – Neo desenvolvimentismo ou crescimento periférico predatório? **Revista Política Social e Desenvolvimento**, v. 1, n. 1, p. 16–56, 2013.

MEIRELLES, J. G. **A família real no Brasil: política e cotidiano (1808-1821) [online]**. São Bernardo do Campo: Editora UFABC, 2015.

MELO, M. A. Anatomia do fracasso: intermediação de interesses e a reforma das políticas sociais na Nova República. **Dados - Revista de Ciências Sociais**, v.36, n.1, p.119–163, 1993.

ROLNIK, R.; KLINK, J. Crescimento econômico e desenvolvimento urbano: por que nossas cidades continuam tão precárias? **Novos estudos CEBRAP [online]**, v. 89, p. 89–109, 2011.

ROLNIK, R.; PEREIRA, A. L. dos S.; MOREIRA, F. A.; ROYER, L. de O.; IACOVINI, R. F. G.; NISIDA, V. C.; LOPES, A. P. de O.; ROSSI, L. G. A. O Programa Minha Casa Minha Vida nas regiões metropolitanas de São Paulo e Campinas: aspectos socioespaciais e segregação. **Cadernos MetrÓpole**, v. 17, n. 33, p. 127–154, 2015.

RUBIN, G. R.; BOLFE, S. A. O desenvolvimento da habitação social no Brasil. **Ciência e Natura**, v. 36, n. 2, p. 201–213, 2014.

SANTOS, A. M. S. P.; DUARTE, S. M. Política habitacional no Brasil: uma nova abordagem para um velho problema. **Revista da Faculdade de Direito da UERJ**, v. 1, n. 18, p. 1-29, 2010.

SANTOS, B. M.; SILVA, H. M. Considerações sobre a dinâmica da construção habitacional: um destaque para a conjuntura política e econômica do Brasil. **Geographia Opportuno Tempore**, v. 2, n. 3, p. 17–30, 2016.

SILVA, M. P. da. O processo de urbanização carioca na 1ª República do Brasil no século XX : uma análise do processo de segregação social. **Estação Científica (UNIFAP)**, v. 8, n. 1, p. 47–56, 2018.

SILVA, M. G. C. F. da. Reforma Urbana Pereira Passos : resistências de uma população excluída. **Revista de Ciências Sociais**, v. 50, n. 1, p. 409–447, 2019.

SIQUEIRA, T. A.; ARAÚJO, R. de S. Programas de habitação social no Brasil. **Perspectivas on line**, v. 10, n. 4, p. 45–54, 2014.

TRZCINSKI, C.; AMARAL, F. G. Tendências de avaliação de políticas públicas: Política Habitacional. In: ARCOVERDE, A. C. B. (org.). **Avaliação de Políticas Públicas em múltiplos olhares e diferentes prÁxis**. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2014. p. 275–289.

5 REFLEXÕES SOBRE O DESEMPENHO DO PROGRAMA MINHA CASA MINHA VIDA (PMCMV): ESTUDO EM TERESINA, PIAUÍ¹

Reflections on the performance of the Minha Casa Minha Vida Program (PMCMV): study in Teresina, Piauí

Resumo:

A habitação é uma necessidade básica e um direito social, devendo ser assegurada à população em quantidade e em locais que promovam o desenvolvimento social e econômico dos beneficiados. Entre os anos de 2009 e 2020, o Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV) foi a principal ferramenta de construção de moradias no Brasil, sendo forte referência para seus sucessores, de modo que sua análise pode guiar as medidas a serem adotadas. Assim, este artigo busca verificar o desempenho do PMCMV, quanto às suas metas, recursos públicos investidos e distribuição das contratações no país, bem como refletir sobre a configuração espacial dos empreendimentos do PMCMV em Teresina, Piauí. Após coleta de dados do Ministério do Desenvolvimento Regional e da Fundação João Pinheiro, foram comparadas, estatisticamente, as distribuições das contratações e investimentos por faixa e ano no Brasil e por regiões geográficas, confrontando ainda com as metas de produção habitacional estabelecidas pelo governo no período. Em Teresina, além das análises de distribuição aplicadas nas demais esferas, que incluiu uma visão por tipologia (casa e apartamento), os dados foram comparados com o desenvolvimento econômico dos bairros deste município. Verificou-se que a faixa 1 foi prioridade nas contratações do Programa apenas nas regiões Norte e Nordeste, mesmo sendo a principal componente do déficit habitacional em todo o país. O alcance das metas e a produtividade variaram ao longo do Programa e precisam ser melhoradas, para otimizar a produção habitacional. Em Teresina, embora a faixa 1 tenha respondido pela maior parte das contratações, percebeu-se periferização tanto econômica quanto espacial, promovida pelo PMCMV, e em níveis inversamente proporcionais à renda dos beneficiados, indicando uma segregação mesmo dentro do programa. Os interesses do mercado, que tratam a habitação social como uma mercadoria, novamente, prevaleceram sobre a qualidade de vida dos cidadãos, principalmente, mais pobres, sendo imperativa a mudança de prioridades nas medidas governamentais visando promover a inserção urbana das moradias populares e propiciar a inclusão dos beneficiados com melhor acesso a oportunidades de emprego e renda e menor necessidade de deslocamentos, garantindo, assim, aos moradores exercer seu direito à cidade.

Palavras-chave: moradia popular; habitação de interesse social; déficit habitacional; segregação urbana.

Abstract:

Housing is a basic need and a social right, and it must be ensured to the population in quantity and in places that promote the social and economic development of the beneficiaries. Between 2009 and 2020, the Minha Casa Minha Vida Program (PMCMV) was the main housing construction tool in Brazil, being a strong reference for its successors, so that its analysis can guide the measures to be adopted. Thus, this article seeks to verify the performance of the

¹ LEITE, C. S.; LOPES, W. G. R.; LIRA, M. A. T.. Reflexões sobre o desempenho do programa minha casa minha vida (PMCMV): Estudo em Teresina, Piauí. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais (RICA)**, v.12, n.11, p.349-366, 2021. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2021.011.0028>

PMCMV, regarding its goals, public resources invested and distribution of contracts in the country, as well as to reflect on the spatial configuration of the PMCMV projects in Teresina, Piauí. After collecting data from the Ministry of Regional Development and the João Pinheiro Foundation, the distribution of hiring and investments by age group and year in Brazil and by geographic regions was statistically compared, also comparing it with the housing production targets established by the government in the period . In Teresina, in addition to the distribution analysis applied in other spheres, which included a view by typology (house and apartment), the data were compared with the economic development of neighborhoods in this municipality. It was found that tier 1 was a priority in the hiring of the Program only in the North and Northeast regions, even though it is the main component of the housing deficit throughout the country. The achievement of goals and productivity varied throughout the Program and need to be improved to optimize housing production. In Teresina, although tier 1 accounted for most of the hirings, there was both economic and spatial peripheralization, promoted by the PMCMV, and at levels inversely proportional to the income of beneficiaries, indicating segregation even within the program. The market's interests, once again, prevailed over the quality of life of citizens, especially the poorest, being imperative to change priorities in government measures aimed at promoting the urban insertion of low-income housing and providing the inclusion of beneficiaries with better access to opportunities for employment and income and less need to travel, thus ensuring that residents exercise their right to the city.

Keywords: popular housing; social housing; housing deficit; urban segregation.

5.1 Introdução

A habitação é uma necessidade básica para garantia da saúde e bem-estar das famílias, tão importante quanto a alimentação e os cuidados médicos, sendo essencial à vida digna dos cidadãos (UNESCO, 1948). No Brasil, a moradia é considerada, também, um direito social, assim como a educação, a saúde e o trabalho (BRASIL, 2000), devendo ser promovida pelo estado brasileiro, visando à vida digna de seus cidadãos. Como o significado de moradia vai além da edificação, comportando ainda sua integração na malha urbana, com acesso à infraestrutura física e aos outros direitos sociais, a participação do governo, por meio de políticas públicas, torna-se essencial à garantia do acesso às famílias, principalmente as de menor renda.

A importância do acesso a moradias inclusivas tem sido inserida nos discursos globais, também, como parte da busca pelo desenvolvimento sustentável. A Agenda 2030 (UNITED NATIONS, 2015), por exemplo, plano de ação voltado à erradicação da pobreza, universalização do bem-estar, proteção do meio ambiente e enfrentamento das mudanças climáticas, destaca como importante não apenas a qualidade da habitação, mas também a universalização do acesso à cidade e aos serviços básicos, bem como a urbanização sustentável. Nesta linha, Daneri (2016) afirma que a localização das moradias populares deve garantir, além da integração espacial à malha urbana, o acesso a serviços e equipamentos que

permitam a integração social da população. Ressalta-se que, embora isto fosse o ideal, não foi observado este direcionamento na execução de políticas públicas brasileiras voltadas para a habitação, mesmo as mais recentes, como o Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV), por exemplo.

Cunha e Silva (2018) apontaram que o déficit habitacional brasileiro vem aumentando no Brasil, mesmo com os programas e investimentos aplicados. Cabe, pois, verificar o quanto foi possível contratar com os recursos direcionados pela União.

O PMCMV, principal responsável pela produção de moradia popular no Brasil de 2009 a 2020, foi instituído pelo governo federal como um meio para contornar os efeitos, no país, da crise econômica internacional do ano anterior. Por meio deste programa, foram ofertadas moradias populares em larga escala, financiadas com recurso público e produzidas por construtoras privadas (FERREIRA *et al.*, 2019). As habitações sociais construídas foram subsidiadas em sua quase totalidade para a população de baixa renda, enquanto as famílias que recebiam entre três e dez salários mínimos eram beneficiadas com crédito imobiliário facilitado (LIMA NETO; KRAUSE; FURTADO, 2015).

De fato, o PMCMV contribuiu, para a economia brasileira, pois estimulou o crescimento de outras atividades econômicas, o aumento do Produto Interno Bruto (PIB), a geração de empregos e a tributação (CAMPOS; GUILHOTTO, 2017). Entretanto, o programa repetiu e reforçou problemas urbanos registrados em políticas anteriores, tais como segregação socioespacial, construção de moradias desconectadas do tecido urbano, baixa qualidade da habitação e especulação imobiliária do entorno, ao invés de promover uma urbanização mais justa e sustentável em sua implementação (MOURA, 2014; ROLNIK *et al.*, 2015; SILVA; TOURINHO, 2015).

Maricato (2017) apontou que as políticas habitacionais brasileiras impulsionaram o crescimento das cidades, que expandiram em tamanho, mas pioraram em qualidade. Em Teresina, capital do Piauí, estado da região Nordeste, não foi diferente, pois, contrapondo seu status inicial de cidade planejada, expandiu de forma crescente e desigual, sofrendo com baixa densidade, muitos vazios urbanos e espraiamento horizontal (LIMA; LOPES; FAÇANHA, 2019). O perímetro urbano de Teresina foi sendo alterado ao longo dos anos, modificando o meio ambiente natural e relacionando-se diretamente com a produção habitacional (VIEIRA; LOPES; FAÇANHA, 2019).

Neste sentido, Lima, Lopes e Façanha (2017) verificaram que a demanda de moradias resultou na construção de conjuntos habitacionais na periferia de Teresina de modo segregador, com condomínios de alto padrão localizados no lado melhor estruturado da

cidade, enquanto conjuntos populares, inclusive os contratados por meio do PMCMV, foram implantados onde a infraestrutura ainda era precária. Lima (2018) encontrou resultados semelhantes ao avaliar os empreendimentos do PMCMV, contratados até 2012 em Teresina, constatando moradias localizadas na periferia da cidade, em que foi privilegiado mais o mercado do que a população alvo do programa. Assim, acredita-se que o PMCMV teve contribuição significativa com a segregação socioespacial, além de intensificar a expansão urbana, mas são necessários mais estudos sobre o tema, que ainda são escassos em Teresina.

Em 2020, foi lançado o Programa Casa Verde e Amarela, voltado para habitações, mas o PMCMV, que foi o principal programa de construção de moradias populares no Brasil na década de 2010, ainda pode ser adotado como referência na promoção de habitação de interesse social no país. Dessa forma, é importante sua análise, abrangendo todo o período de execução, suscitando reflexões que possibilitem a proposição de melhoria das políticas habitacionais que o sucedem.

Então, neste artigo tem-se como objetivo verificar o desempenho do Programa Minha Casa Minha Vida, quanto às suas metas, recursos públicos investidos e distribuição das contratações no país, além de refletir sobre a configuração espacial dos empreendimentos do PMCMV, enfocando a cidade de Teresina, Piauí.

5.2 Revisão teórica

5.2.1 O Programa Minha Casa Minha Vida

O Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV) foi lançado em 2009, inovando ao retirar as classes de alta renda de sua lista de mutuários e prever subsídios inversamente proporcionais à renda familiar dos beneficiados, divididos em três faixas. Na primeira delas, composta pelas famílias com até três salários mínimos de renda mensal, a maior parte do valor dos imóveis era subsidiada com recursos do Fundo de Arrendamento Residencial (FAR) ou do Fundo de Desenvolvimento Social (FDS), enquanto o saldo devedor era financiado com juros abaixo dos adotados no mercado. A segunda faixa diferenciava-se da primeira por focar nas famílias com renda de até seis salários mínimos e ter uma menor parcela do imóvel subsidiada pelo governo, com recursos do Fundo de Garantia por Tempo de Serviço (FGTS). O FGTS também custeava os benefícios da terceira faixa, para famílias com renda de até 10 salários mínimos, cujos imóveis não eram subsidiados, mas financiados com taxas de juros mais atrativas que as do mercado (BRASIL, 2009; LIMA NETO; KRAUSE; FURTADO, 2015).

O PMCMV registrou três fases, iniciadas em 2009, 2010 e 2016, que alteraram as definições quanto aos valores de investimento, às metas de construção e às faixas de renda. A terceira fase, por exemplo, adicionou a faixa 1,5, focada em financiamentos com recursos do FGTS, semelhantes aos concedidos às famílias da faixa 2, mas tendo como público-alvo famílias com renda entre R\$ 1.600,00 e R\$ 2.350,00 (BRASIL, 2016), valores anteriormente compatíveis com a faixa 1. Os rendimentos mensais eram adotados como base para habitações contratadas na área urbana, enquanto para moradias na área rural, a análise era baseada no ganho anual das famílias, que deveria ser de até R\$ 78.000,00 (BRASIL, 2020b).

Os responsáveis pela produção dos imóveis do PMCMV possuíam a liberdade de escolher o local de instalação das habitações, embora a legislação exigisse a construção dos empreendimentos onde existia infraestrutura adequada ou o compromisso de instalação desta pelo poder público (BRASIL, 2009). Então, as habitações do PMCMV foram, em geral, localizadas em zonas periféricas das cidades, com pouca infraestrutura e difícil acesso a equipamentos urbanos (LIMA, 2018; ROLNIK *et al.*, 2015; SILVA; TOURINHO, 2015).

Cantarino e Netto (2017) revelaram a falta de diversidade urbana e infraestrutura da região onde foram instaladas moradias populares, constatando que, quanto maior a distância dos empreendimentos ao centro econômico da cidade, menores a densidade populacional e a diversidade urbana, o que aumentou a necessidade de movimentação dos moradores pela cidade em busca de serviços públicos e privados. Siqueira-Gay, Gallardo e Giannotti (2019), por sua vez, destacaram a necessidade de ampliar a oferta de emprego e equipamentos culturais nos locais onde foram construídos empreendimentos do PMCMV. Deste modo, a qualidade de vida dos beneficiários foi prejudicada, ao não ser garantido equidade no acesso a serviços urbanos e no direito à moradia (VIEIRA; LOPES; FAÇANHA, 2019). Para que as cidades sejam mais inclusivas, as políticas habitacionais devem promover habitações em regiões com infraestrutura adequada, além de mais próximas do centro comercial ou em áreas mais desenvolvidas economicamente, visando ofertar os serviços e oportunidades de emprego e renda necessários a toda a população.

5.2.2 Algumas características da cidade de Teresina

O município de Teresina, localizado no Centro-Norte do Piauí, possui 1.392 km² de área, destacando-se pelo clima de altas temperaturas e pela economia fortemente voltada à prestação de serviços, entre os quais educação e saúde são referência regional (TERESINA,

2021). Sua população foi estimada, para 2021, em 871 mil habitantes, cerca de 57 mil maior que a apurada no Censo Demográfico de 2010 (IBGE, 2021).

Fundada em 1852, para ser a capital do estado, Teresina foi planejada com quadras e ruas bem definidas e retilíneas, a partir da Igreja de Nossa Senhora do Amparo e sua praça, marcos zero da cidade, mas sem prever zonas de expansão, as quais foram surgindo espontaneamente (LIMA; LOPES; FAÇANHA, 2019). A demanda por moradias intensificou-se a partir da década de 1960, aumentando os índices de urbanização, com o crescimento demográfico e territorial do município.

Para atender essa demanda, a Companhia de Habitação do Piauí (COHAB-PI), então agente do Banco Nacional da Habitação (BNH) no Estado, construiu conjuntos habitacionais, como os empreendimentos instalados entre 1966 e 1969, localizados distantes da área urbanizada (FAÇANHA, 2003). Com este distanciamento, esses bairros não possuíam acesso à infraestrutura adequada e a mobilidade da população ficou dificultada, enquanto eram criadas glebas intermediárias em um claro processo de especulação imobiliária.

Nos anos seguintes, com a intensificação do fluxo migratório, a cidade expandiu-se em todas as direções, impulsionada não só pela densidade demográfica ou infraestrutura existente, mas também pela construção de grandes vias e pontes sobre os rios Parnaíba e Poty, bem como pela promoção de assentamentos, criação de novos bairros e construção de grandes conjuntos residenciais, principalmente, fora da malha urbana (LIMA, 2018; LIMA; LOPES; FAÇANHA, 2019). A expansão da cidade, relacionada diretamente com a produção habitacional, entretanto, foi desordenada, resultando da dicotomia população de alta renda concentrada no distrito leste, próximos ao centro administrativo da cidade e com infraestrutura consolidada, e famílias de baixa renda residindo em áreas periféricas, pobres em serviços urbanos, transporte, saúde e saneamento (ESPINDO; CARNEIRO; FAÇANHA, 2017; LIMA; LOPES; FAÇANHA, 2017).

As habitações populares, em geral, foram produto de iniciativas governamentais, como o Programa Minha Casa Minha Vida, cujos empreendimentos, até 2012, intensificaram a segregação socioespacial, implantando imóveis das faixas financiadas pelo FGTS em bairros consolidados e concentrando as habitações de interesse social (moradias fortemente subsidiadas, direcionadas às famílias de menor renda, contempladas na faixa 1 do PMCMV) nas desestruturadas zonas de expansão da cidade (LIMA, 2018).

Na busca por uma cidade mais justa e igualitária, estes resultados precisam ser combatidos, principalmente, pelo Estado, responsável pelo bem-estar da população. Para tanto, Daneri (2016) e Espindola, Carneiro e Façanha (2017), por exemplo, enfatizam a

necessidade de um planejamento urbano que busque melhorar a gestão do território e contribuir com a sustentabilidade regional e com o desenvolvimento sustentável, por meio de articulação com outras políticas e ações, tais como, priorizar áreas com infraestrutura já estabelecida para uso habitacional e buscar o equilíbrio entre o urbano e o rural. Além de minimizar os custos com adaptação dos sistemas de fornecimento de serviços essenciais, pode-se melhorar a qualidade de vida dos beneficiados, ao propiciar mais acesso a emprego, transporte e serviços.

5.3 Metodologia

Como o Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV) foi uma iniciativa federal executada em todo o Brasil, foram analisadas as contratações em nível nacional e regional. Para tanto, foram coletados dados secundários no Sistema de Gerenciamento da Habitação (SISHAB) (BRASIL, 2021), comparando-se a distribuição das contratações e investimentos por faixa, ano e região geográfica. Os dados permitiram verificar o desempenho do Programa, com base na meta nacional de cada uma de suas fases.

Para verificar o quanto foi possível contratar com os recursos direcionados pela União, foram utilizados os valores da faixa 1 do PMCMV, disponibilizados no SISHAB, pois esta faixa é a única cujos recursos referem-se exclusivamente aos investimentos do governo brasileiro (BRASIL, 2020c). Com a intenção de comparar estes gastos ao longo do programa, aplicou-se correção monetária dos valores registrados no SISHAB, com base em juros compostos atualizados mensalmente. Como fator de atualização, optou-se pelo Índice Nacional de Custo da Construção (INCC), que mede a evolução dos custos de construções habitacionais no Brasil desde 1950 e é o índice oficial adotado no país neste segmento (PORTALBRASIL, 2020). Como os investimentos estão identificados por ano, a variação do INCC, publicados em PortalBrasil (2020), aplicada a cada valor correspondeu ao período entre dezembro do ano em que o empreendimento foi contratado e abril/2020, mês em que foram coletados os dados de Teresina, permitindo, assim, uma comparação dos resultados desse município com os verificados nas demais esferas geográficas. Para mensurar a eficiência do gasto público, calculou-se a produtividade da faixa 1 do PMCMV, cuja unidade de medida é UH/R\$100mil, dividindo-se a quantidade anual de unidades habitacionais (UH) contratadas pelo valor investido no ano, corrigido pelo INCC-DI, que é o INCC cujo cálculo é feito a partir de dados coletados do primeiro ao último dia do mês de referência.

Para um melhor detalhamento do PMCMV em Teresina, foram solicitados dados primários ao Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR), por meio do Sistema Eletrônico do Serviço de Informação ao Cidadão (e-SIC), referentes aos imóveis contratados no município entre 2009 a 2019 (BRASIL, 2020c). Entre as informações disponibilizadas, estão a identificação e endereço de empreendimentos, com os quais se buscou a localização georreferenciada com o auxílio do serviço de pesquisa Google Maps, permitindo distinguir dos imóveis por zona da cidade e estimar a distância ao centro comercial do município (utilizando como referência o marco zero da cidade), por ser o bairro com maior oferta de serviços (TERESINA, 2020). Foi analisada a distribuição das contratações por faixa, zona e tamanho dos empreendimentos, calculando, ainda, a eficiência do gasto público com a faixa 1, assim como foi feito nos âmbitos regional e nacional, incluindo análise por tipologia, identificada pelo MDR apenas para esta faixa.

Com auxílio do programa Google My Maps, foi elaborado um mapa dos empreendimentos contratados em Teresina, divididos por modalidade, zona e tipologia (no caso da faixa 1), comparando-os, também, com o desenvolvimento econômico dos bairros teresinenses, disponíveis em Teresina (2020). Os empreendimentos que possuíam mesmo nome e endereço, distintos apenas pelo número do módulo (I, II, III, etc.), foram considerados um único empreendimento para o mapeamento e cálculo da distribuição espacial.

Foi, também, avaliada a distribuição espacial e temporal do PMCMV em Teresina, semelhante à metodologia adotada por Lima Neto, Krause e Furtado (2015), extrapolando as avaliações para todas as faixas, visando verificar os padrões de localização ao longo do tempo e por renda dos beneficiados. Analogamente, analisou-se o desenvolvimento econômico dos bairros, por meio da comparação da oferta de serviços por bairro de acordo com a faixa e quantidade de UH, dados importantes para destacar a necessidade de deslocamento dos moradores na busca por empregos, serviços e comércios, ou seja, parte do direito à cidade.

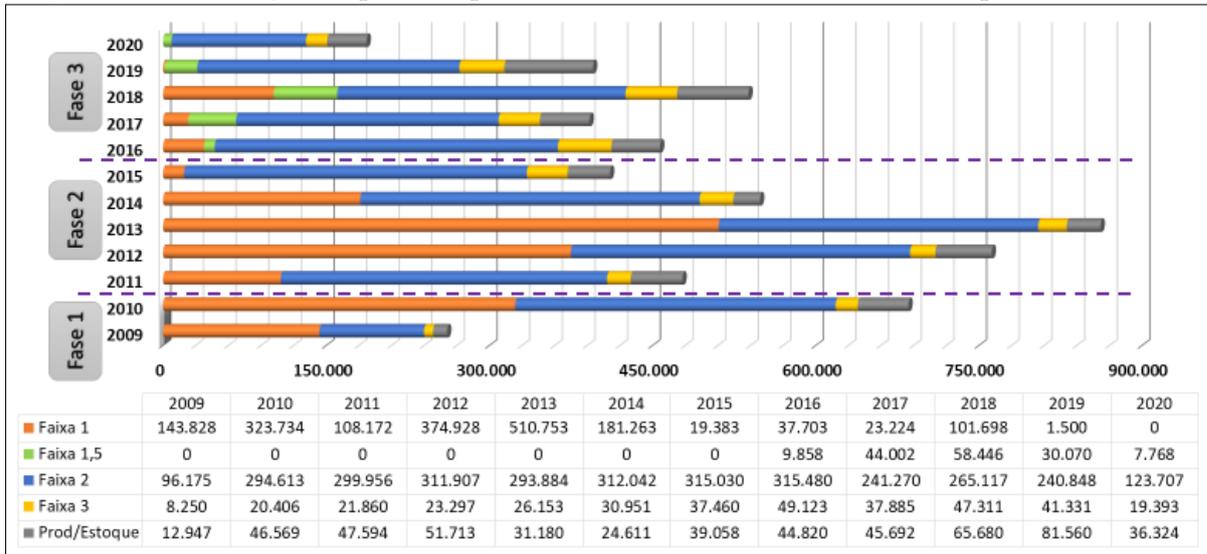
5.4 Resultados e Discussão

5.4.1 Programa Minha Casa Minha Vida no Brasil

Entre os anos de 2009 e 2020, o Programa Minha Casa Minha Vida contratou 5,98 milhões de unidades habitacionais em todo país (BRASIL, 2021), distribuídas em cinco faixas (

Figura 5.1). Além das quatro faixas estabelecidas na legislação, foi considerada a faixa “Produção/Estoque”, adotada pelo MDR, a partir de 2020, para identificar empreendimentos contratados por empresas do setor de construção civil, financiados com recurso do FGTS, e cujas unidades podiam ser adquiridas por mutuários com rendas que se enquadrassem nas faixas 1,5; 2 ou 3 (BRASIL, 2020c).

Figura 5.1_Distribuição temporal da quantidade de UH contratadas no PMCMV por faixa no Brasil



Fonte Brasil (2021), elaborada pelos autores

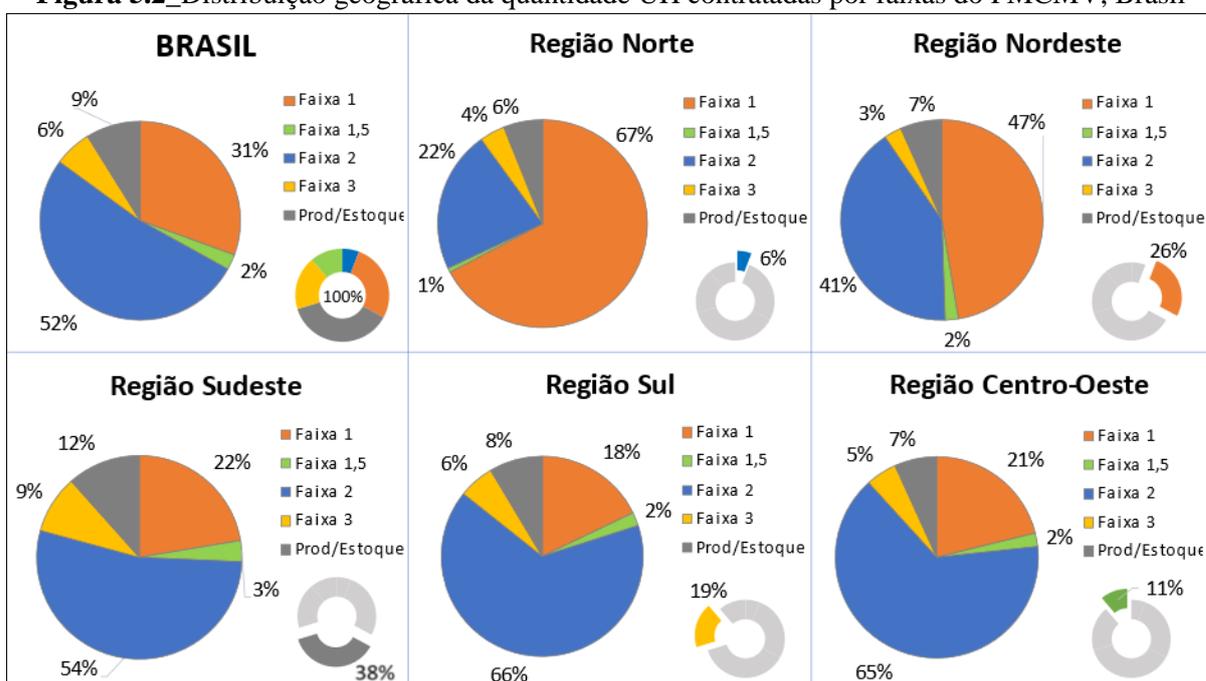
A faixa 1 começou sendo a prioridade das contratações, ocupando esta liderança nos anos de 2009, 2010, 2012 e 2013, sucedida por notável queda, principalmente na fase 3 do PMCMV. Em 2019, apenas 1.500 moradias foram subsidiadas com recursos do FAR, em atendimento à determinação judicial, e não como fruto de processos seletivos de novos empreendimentos, em virtude das restrições fiscais estabelecidas no país (BRASIL, 2020c), e não houve contratações para esta faixa no ano de 2020.

A faixa 1,5, também, teve pouca representatividade nos contratos firmados neste período, mesmo sendo voltada ao público de menor renda dentre os financiados com recursos do FGTS. Foi constatado que a faixa 2 se destacou com mais beneficiados em 2011 e de 2014 a 2020, enquanto a faixa 3 teve os números mais tímidos. A faixa Produção/Estoque, que ganhou força na fase 3, reforçou a predominância das contratações com recursos do FGTS sobre as subsidiadas por meio do FAR e FDS nesta etapa, demonstrando uma transformação no foco do programa ao longo de sua execução. Reitera-se, assim, que as moradias de mercado foram priorizadas, num processo de financeirização das habitações, ao ser usada, mais para privilegiar a lógica capitalista do que para assegurar o direito social (ALVARENGA; DAS; RESCHILIAN, 2018).

A distribuição das contratações, também, não foi uniforme pelo país (

Figura 5.2). A região Sudeste concentrou a maior quantidade de contratações (38%), seguida pela região Nordeste (26%), seguindo mesma ordem dos déficits habitacionais estimados para 2016 a 2019 (FJP, 2021), quando a média dos índices nessas regiões somaram 70,0% do déficit brasileiro. Na análise temporal das contratações, a região Sudeste, também, liderou os quantitativos em dez dos doze anos, principalmente após 2017, quando chegou a superar o dobro da quantidade de contratações anuais do Nordeste.

Figura 5.2 Distribuição geográfica da quantidade UH contratadas por faixas do PMCMV, Brasil



Fonte: Brasil (2021), elaborada pelos autores

As regiões tiveram perfis diferentes na execução do PMCMV, tendo a faixa 1 sido prioridade nas regiões Norte (67%) e Nordeste (47%), enquanto a faixa 2 predominou entre as contratações nas regiões Sudeste (54%), Sul (66%) e Centro-Oeste (65%). Estudos focados em São Paulo, estado brasileiro com maior déficit habitacional e localizado na região Sudeste, já haviam apontado essa predominância da faixa 2 (ALVARENGA; DAS; RESCHILIAN, 2018; CUNHA; SILVA, 2018; ROLNIK *et al.*, 2015). Mas este quadro contradiz o apresentado em FJP (2021), quando estimou que mais de 80% do déficit habitacional, seja na análise por região ou no âmbito nacional, foi composto por famílias com rendimento de até três salários mínimos, entre 2016 e 2019, período em que o salário mínimo variou de R\$880,00 a R\$998,00. Assim, estas deveriam ser a prioridade em todo o país.

A faixa 1,5 teve a menor parte das contratações em todas as regiões, fato justificável por ter sido criada apenas em 2016. Entretanto, ela participou com menos UH das que as

demais faixas financiadas pelo FGTS nesse período, quando as contratações voltadas ao público de baixa renda (faixas 1 e 1,5) foram reduzidas significativamente, chegando a cerca de 4,1% das unidades previstas nos contratos de 2020 para o país (

Figura 5.1).

Enquanto, na fase 1, apenas 94,65% de um milhão de habitações pretendidas no PMCMV foram contratadas, na fase 2, a meta de 2,75 milhões de UH fora ultrapassada em 11,32%. Já a fase 3 retrata uma queda nas iniciativas voltadas a atender os quantitativos estabelecidos pelo próprio governo para este programa. No início da fase 3, a meta era contratar 3 milhões de moradias no país entre 2016 e 2019, perfazendo uma média anual de 750mil UH, mas, em função das restrições orçamentárias, os números passaram a ser estabelecidos ano a ano. No fim de 2019, as metas anuais da fase 3 totalizaram 2,015 milhões de UH (dois terços do inicialmente previsto), mas as contratações corresponderam a apenas 88,47% deste montante no período, denotando uma diminuição na eficácia do PMCMV (BRASIL, 2020c). Isso reforça a constatação de Cunha e Silva (2018), de que as políticas brasileiras têm sido ineficazes para a redução do déficit habitacional.

Considerando o contexto financeiro, esses resultados poderiam ser maiores, melhorando a eficiência do programa. Dos cerca de R\$ 547,5 bilhões contratados no PMCMV, apenas os R\$ 98,4 bilhões registrados para a faixa 1 retratam, exclusivamente, investimentos da União (BRASIL, 2020c, 2021). Esta faixa possuía os maiores subsídios do programa, de até 90% do valor do imóvel, e, por ser direcionada a habitações de interesse social, deveria ter sido o principal foco de um programa voltado para facilitar o acesso à moradia da população mais vulnerável.

A produtividade do PMCMV, nacional e por região está apresentada na

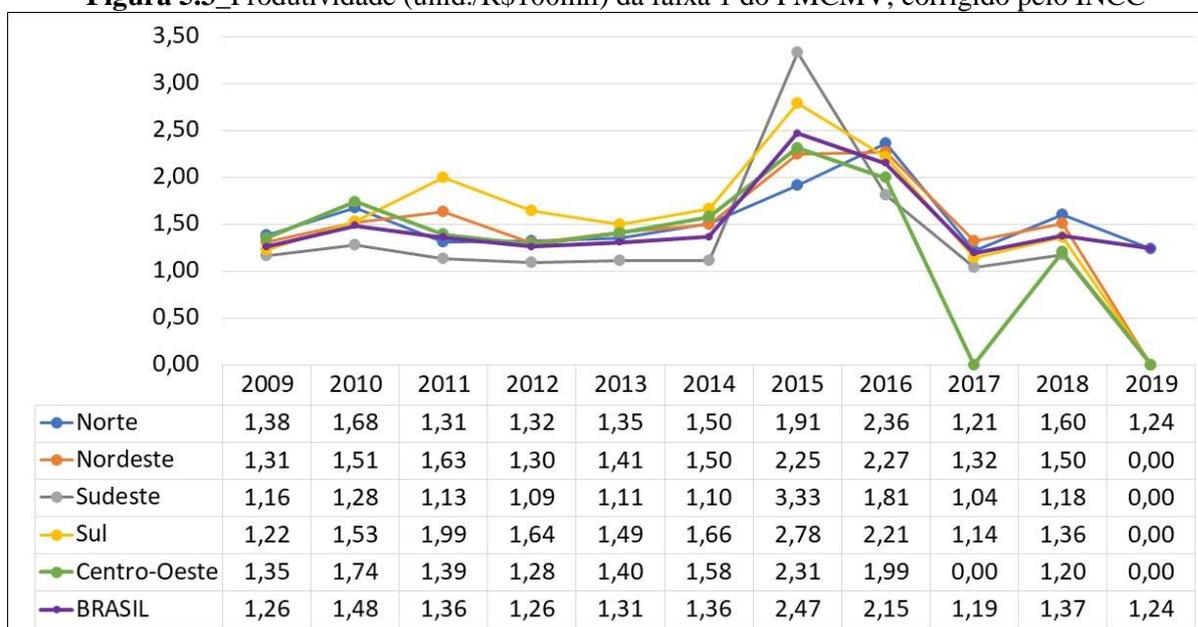
Figura 5.3. Foi observado que até 2014, era possível construir de uma a duas habitações de interesse social a cada R\$100 mil investidos, produção que só conseguiu ser superada nos anos de 2015 e 2016. Com produtividade média de 1,35 UH/R\$100 mil, na faixa 1 do PMCMV nos doze anos, a produção brasileira variou de 1,19 UH em 2017 a 2,47 UH em 2015 a cada R\$100 mil investidos.

Embora em 2015 e 2016, o PMCMV tenha recebido menos recurso que nos anos anteriores, o gasto público foi mais eficiente, ao contratar mais unidades com os mesmos valores aplicados. Cabe, assim, buscar identificar que medidas foram tomadas à época para que se consiga aumentar a produtividade da política, ao invés de reduzir as contratações, como ocorreu na fase 3. Destaca-se, ainda, que a identificação do aporte de recursos do FGTS

nas demais faixas seria importante para avaliar, similarmente, a produtividade das demais faixas, posto que estas, principalmente a faixa 2, predominaram no PMCMV.

Além da melhoria do gasto público, os programas habitacionais precisam ofertar moradias que promovam o bem-estar dos beneficiados, considerando-se, por exemplo, a localização dos empreendimentos (MOURA, 2014). Para tanto, estatisticamente, Teresina é um bom exemplo para avaliação da implantação do Programa, pois, ao comparar os dados do PMCMV no Brasil e na capital piauiense disponíveis em Brasil (2021), calculou-se uma correlação forte entre as quantidades de contratações nas esferas nacional e municipal avaliadas.

Figura 5.3_Produtividade (unid./R\$100mil) da faixa 1 do PMCMV, corrigido pelo INCC



Fonte: Brasil (2021) e Portal Brasil (2020), elaborada pelos autores

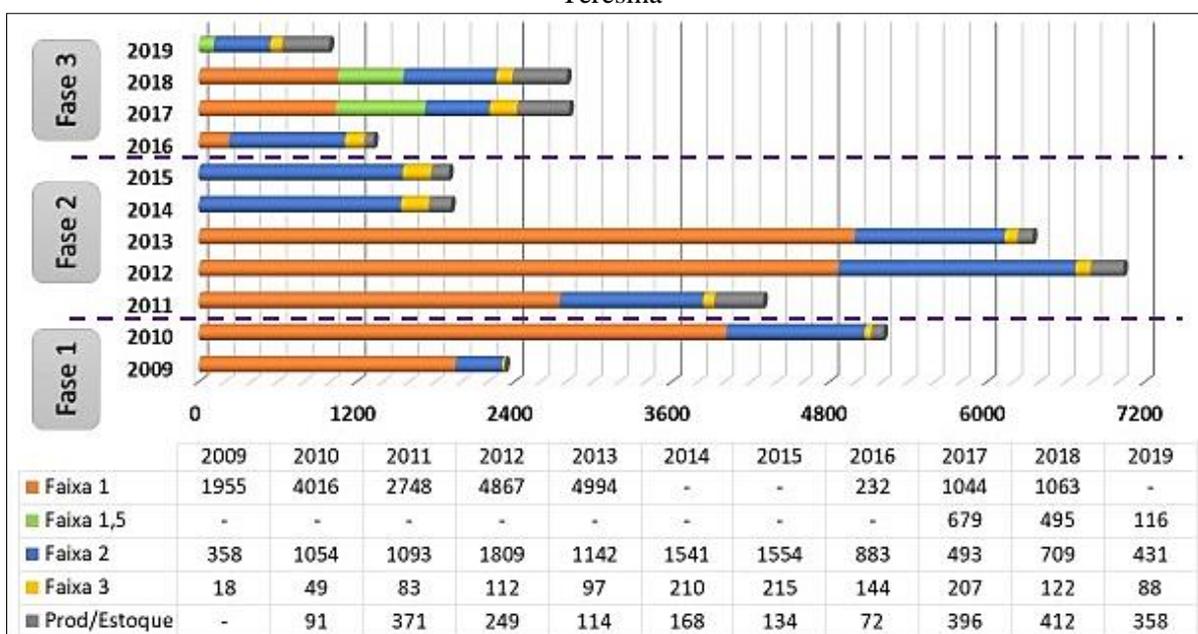
5.4.2 Números do Programa Minha Casa Minha Vida em Teresina

Foram firmados 501 contratos em Teresina, relativos ao PMCMV, dois deles anulados e desconsiderados neste estudo, totalizando 36.986 unidades habitacionais, distribuídas conforme demonstrado na

Figura 5.4 (BRASIL, 2020a). Como no Brasil, em Teresina, a maior parte das contratações foram feitas na fase 2 do Programa, principalmente em 2012, seguida de queda considerável na quantidade de unidades a partir de 2014. As faixas 1 e 2 responderam juntas por 87% das contratações realizadas em Teresina, percentual parecido com os 83% registrados em âmbito nacional (

Figura 5.2), mas sendo as habitações de interesse social o principal foco do PMCMV no município, com 57% das unidades previstas. A faixa 1 teve forte expressão nos primeiros cinco anos do programa, sucedidos por dois anos (2014 e 2015) sem acordos, enquanto nos anos de 2016 a 2018, voltaram a superar as demais faixas, mesmo que, de forma bem mais tímida que nos períodos anteriores. Já a faixa 1,5 respondeu por apenas 19,5% das contratações da terceira fase do PMCMV, registrando 116 UH contratadas em 2019, ano em que não foram firmados contratos para a faixa 1. Sendo essas duas as faixas voltadas a famílias de baixa renda, esperava-se maior representatividade das mesmas também nesses anos.

Figura 5.4 Distribuição temporal da quantidade de UH contratadas no PMCMV por faixa em Teresina



Fonte: Brasil (2020a), elaborada pelos autores

Assim como no Nordeste, a faixa 2 foi a segunda maior beneficiada no PMCMV em Teresina, superando as contratações da faixa 1 apenas em 2016 e quando não houve contratação nesta faixa. Enquanto a faixa 3 apresentou o menor número entre os contratos firmados em todos os anos, sem superar 12% das contratações anuais em nenhum dos períodos analisados. Esses percentuais, entretanto, poderiam ser diferentes, se considerada a faixa “Produção/Estoque”, que, na maior parte do período analisado, superou as contratações da faixa 3, respondendo por até 36,5% das contratações de 2019.

Os contratos foram distintos ainda pela origem do proponente, correspondendo a 54,11% de pessoa jurídica, e 45,89% referente à pessoa física. No último caso, era possível, apenas, para as faixas financiadas pelo FGTS, por serem acordos firmados diretamente com o

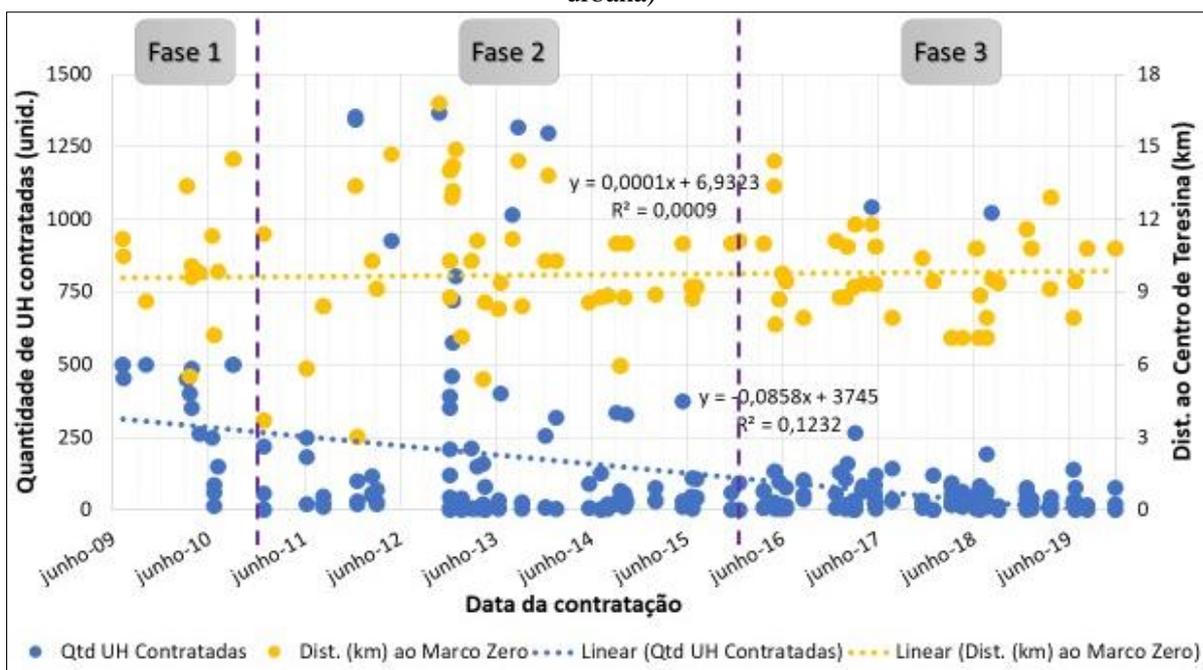
banco. Os contratos são protegidos pela confidencialidade e o MDR não informou endereço do imóvel, nome ou CPF do contratante (BRASIL, 2020c), impossibilitando, dessa forma, a avaliação da distribuição geográfica das suas unidades habitacionais. Sua representatividade é de 15% da quantidade de unidades contratadas por meio do PMCMV em Teresina, e 90% delas pertencem à faixa 2 do PMCMV, quase unânime nesta condição.

Seria interessante conhecer a localização destas moradias, pois seu número supera as contratações destinadas a quatro das cinco zonas teresinenses, sendo 14% para as zonas Leste e Norte, 9% na zona Sudeste e 1% na zona Rural. Lima (2018) já havia identificado um padrão periférico na localização das habitações do PMCMV, principalmente dos grandes conjuntos habitacionais, o qual poderia, ou não, ser reforçado com a identificação dessas unidades.

Diante da impossibilidade de considerá-las, buscou-se identificar, dentre as demais unidades, se permaneceu este padrão de localização ao longo do tempo, analisando, ainda, a dimensão dos empreendimentos de cada contrato (

Figura 5.5). Estatisticamente, não foi possível identificar a interdependência entre a data de contratação e a quantidade de unidades contratadas para a área urbana de Teresina, bem como entre o tempo e a distância dos empreendimentos ao marco zero da cidade, visto que o coeficiente de correlação foi inferior a 0,5 em ambos os casos.

Figura 5.5_Dimensão e Distribuição Espacial do MCMV ao longo do tempo em Teresina (área urbana)



Fonte: Brasil (2020a), elaborada pelos autores.

A partir do gráfico de dispersão, foi possível visualizar, apenas sete contratos com mais de 1.000 unidades, enquanto a maioria possui menos de 250 UH. Percebe-se, ainda, redução na quantidade de unidades contratadas ao longo do tempo e que a segunda fase se destaca por concentrar os maiores empreendimentos contratados, inclusive os quatro com mais de 1.250 unidades.

Na primeira fase, os contratos da faixa 1 previam até 500 UH, número que quase triplicou nos acordos da segunda fase do Programa, enquanto entre as faixas financiadas pelo FGTS, o maior contrato previu 390 unidades. Em geral, os empreendimentos da faixa 1 possuíam grandes quantidades de UH previstas em cada contrato, variando de 473,17 unidades na zona leste a 731,58 na zona Sul, números bem maiores que os registrados na faixa 2, cujos contratos não ultrapassaram a média por zona de 128,09 habitações. Essa discrepância no tamanho médio dos empreendimentos repete ações de políticas anteriores, que criaram grandes conjuntos habitacionais nas periferias da cidade, segregando as famílias carentes aos limites do território (ROLNIK *et al.*, 2015).

Percebe-se que as moradias populares foram, predominantemente, localizadas a mais de seis quilômetros de distância do centro comercial e administrativo da cidade, sendo a tendência quase constante ao longo do tempo, com uma distância média de 9,74 km. Sendo a distância máxima do perímetro urbano ao centro comercial de Teresina de 14 km ao norte e de 17,8 km ao sul, esta distância média das unidades aproxima-se mais dos limites da cidade do que do seu centro, aumentando a necessidade da população de deslocar-se para acessar empregos, escolas, comércio e serviços públicos.

Essa distância é ainda maior para as habitações de interesse social, cuja média é de 12,20 km em Teresina, crescendo para 13,58 km na segunda fase do Programa, quando foram contratadas 60% das unidades da faixa 1, sempre superando a média teresinense em todo o MCMV. Lima Neto, Krause e Furtado (2015) também constataram um aumento da dispersão dos empreendimentos da faixa 1, da primeira para a segunda fase, em quatro regiões metropolitanas brasileiras, o que acreditam contradizer os anseios de melhoria da inserção urbana que deveriam ser buscados na política pública.

Já as faixas financiadas com recursos do FGTS possuíam empreendimentos com distâncias médias mais próximas entre si e da média da capital teresinense, crescendo em sentido inversamente proporcional à renda, ao variar de 9,30 km para a faixa 3 a 10,42 km para a faixa 1,5. A proximidade desses valores é justificável, pois os empreendimentos desta modalidade possuem pelo menos dois contratos firmados com o agente financeiro (um para cada faixa), coincidindo, assim, as suas distâncias ao centro da cidade.

Na avaliação por fase, viu-se que as habitações de interesse social foram instaladas a distâncias médias 50%, 31% e 22% superiores às das unidades financiadas pelo FGTS, em cada período. Mesmo com essa redução na discrepância, ela permaneceu ao longo de todo o Programa. Assim como Silva e Tourinho (2015) e Rolnik *et al.* (2015), percebe-se uma periferização inversamente proporcional à renda dos beneficiados, seguindo um padrão adotado em políticas habitacionais anteriores, em que as melhores localizações foram disponibilizadas a quem tem maior poder de compra. Faz-se necessário (re)pensar a localização dos empreendimentos em regiões melhor estruturadas, permitindo maior integração à cidade.

Outra possibilidade para minimizar os deslocamentos dos moradores e melhorar a inserção urbana seria desenvolver economicamente os bairros, principalmente em uma cidade como Teresina, cujo principal setor econômico é o de serviços. As atividades econômicas desta capital, ainda, são muito concentradas, com apenas três dos seus 123 bairros ofertando mais de 1.800 estabelecimentos comerciais e de serviços em sua área, sendo eles os bairros Centro (8.379), Itararé (3.403) e Jóquei (2.541), enquanto a média desta oferta é de 514 estabelecimentos por bairro, a qual sobe para 527,5 se considerarmos apenas os 32 bairros que possuem unidades do PMCMV (TERESINA, 2020). Neste cenário, para atividades diárias como trabalho, estudo, compras e lazer, é grande a necessidade de deslocamento dos moradores de suas habitações para os bairros mais economicamente desenvolvidos, e quanto mais longe o empreendimento do MCMV destes bairros, principalmente do bairro Centro, maior o tempo e recursos despendidos.

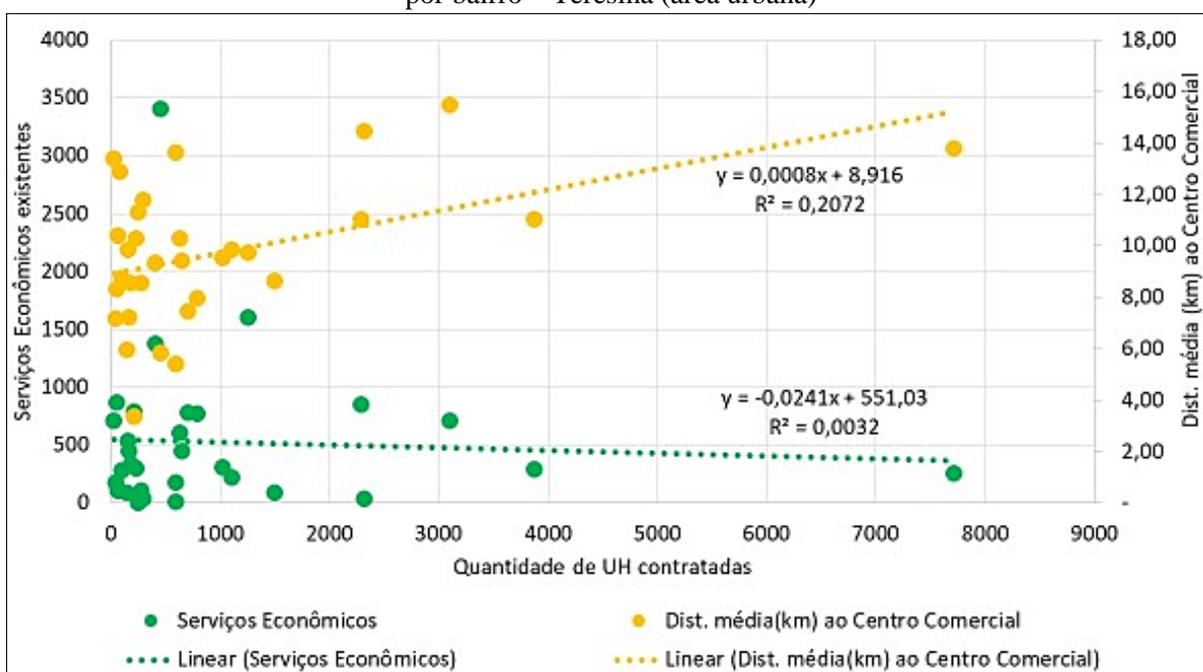
Ao analisar a distribuição espacial das UH contratadas para a área urbana de Teresina e o desenvolvimento econômico de cada região (Figura 5.6), verifica-se que os bairros com mais de 1.500 UH são localizados a mais de 10 km do centro comercial e possuem, em média, 429,4 serviços ofertados, repetindo a segregação locacional apontada em São Paulo (ALVARENGA; DAS; RESCHILIAN, 2018; ROLNIK *et al.*, 2015), Belém (SILVA; TOURINHO, 2015) e Natal (MOURA, 2014), indicando um padrão do PMCMV. O bairro Portal da Alegria, por exemplo, que possui 7.712 UH do PMCMV (89,6% delas da faixa 1), está distante 13,8 km do marco zero da cidade, ofertando, apenas, 254 serviços econômicos.

Assim como verificado em outras cidades, os empreendimentos teresinenses foram localizados em áreas carentes de serviços econômicos, prejudicando, assim, o desenvolvimento econômico e cultural dos moradores. Essa baixa oferta indica baixa oportunidade de emprego e renda na região, exigindo que essa parcela da população se

desloque para áreas distantes de seus bairros, que se tornam mais bairros dormitórios do que de convivência e desenvolvimento social.

Foi encontrada correlação fraca da quantidade de UH por bairro em relação tanto ao desenvolvimento econômico quanto à distância ao centro comercial, em todas as faixas analisadas. Mesmo assim, percebe-se que, de cada bairro, quanto maior a concentração de habitações do PMCMV, maior é sua distância ao centro comercial e menor é o seu desenvolvimento econômico (Figura 5.6).

Figura 5.6_Desenvolvimento econômico e distribuição espacial versus quantidade de UH contratadas por bairro – Teresina (área urbana)



Fonte: Brasil (2020a) e Teresina (2020a), elaborada pelos autores

Há diferença, entretanto, na média da quantidade de serviços econômicos ofertados de acordo com o grupo de renda dos beneficiários instalados. Os bairros que possuem unidades da faixa 1 em Teresina possuem média de 334 serviços, valor 78,7% inferior à média do indicador de desenvolvimento econômico dos bairros que possuem habitações do MCMV contratadas com recursos do FGTS (597), ou 84,1% se for comparar apenas com a faixa 2 (615). Isso reforça o que Silva e Tourinho (2015) constaram, que empreendimentos das maiores faixas estão mais integrados à cidade, com melhores localizações e estruturas.

Esperava-se, ainda, que os empreendimentos impulsionassem o desenvolvimento da microrregião, mas os bairros com habitações da faixa 1 contratadas na primeira fase do Programa possuíam a menor média de serviços entre todas as verificações feitas, com oferta média de apenas 214 serviços por bairro. Rolnik *et al.* (2015) já haviam apontado situação semelhante no estado de São Paulo, onde as áreas com empreendimentos construídos por

meio do PMCMV permaneceram regiões economicamente homogêneas, ou seja, com baixa oferta e variedade de serviços e comércio, o que impactou no desenvolvimento econômico e cultural dos moradores beneficiados pelo programa.

Os locais escolhidos para receber as unidades na fase 3 possuem média de serviços igual a 472 serviços/bairro, enquanto o menor valor médio, registrado para as outras faixas nas três fases, é de 620,5 serviços/bairro. Percebe-se, assim, segregação espacial até mesmo dentro do Programa, ao ofertar habitações de interesse social onde havia menor heterogeneidade econômica e mais distantes do centro comercial da cidade (Figura 5.7), fato que se repetiu nas três fases, em vez de ser combatido ao longo da execução do PMCMV.

O mapa da Figura 5.7 apresenta a distribuição dos 80 empreendimentos da área urbana de Teresina, distintos em dois grupos (habitações de interesse social ou unidades financiadas com recursos do FGTS), identificados a partir dos 270 contratos que possuíam dados de nome e endereço, sendo 38 (47,5%) deles da Faixa 1. Os demais conjuntos resumem os 224 contratos financiados pelo FGTS, pois cada contrato tem por objeto apenas uma das faixas, e cada empreendimento engloba de duas a quatro faixas (e cada uma, por sua vez, pode ter mais de um contrato assinado em datas distintas), sendo uma delas a identificada como Produção/Estoque.

A localização das moradias do PMCMV, principalmente as de interesse social, deram continuidade às ações adotadas em políticas anteriores em Teresina, reforçando o padrão que Façanha (2003) e Lima (2018) já haviam apresentado, quanto a promoção das moradias populares nas regiões mais afastadas no tecido urbano, corroborando com a criação de vazios urbanos que poderiam ter sido melhor utilizados para promover o maior acesso à cidade à parcela mais carente da população.

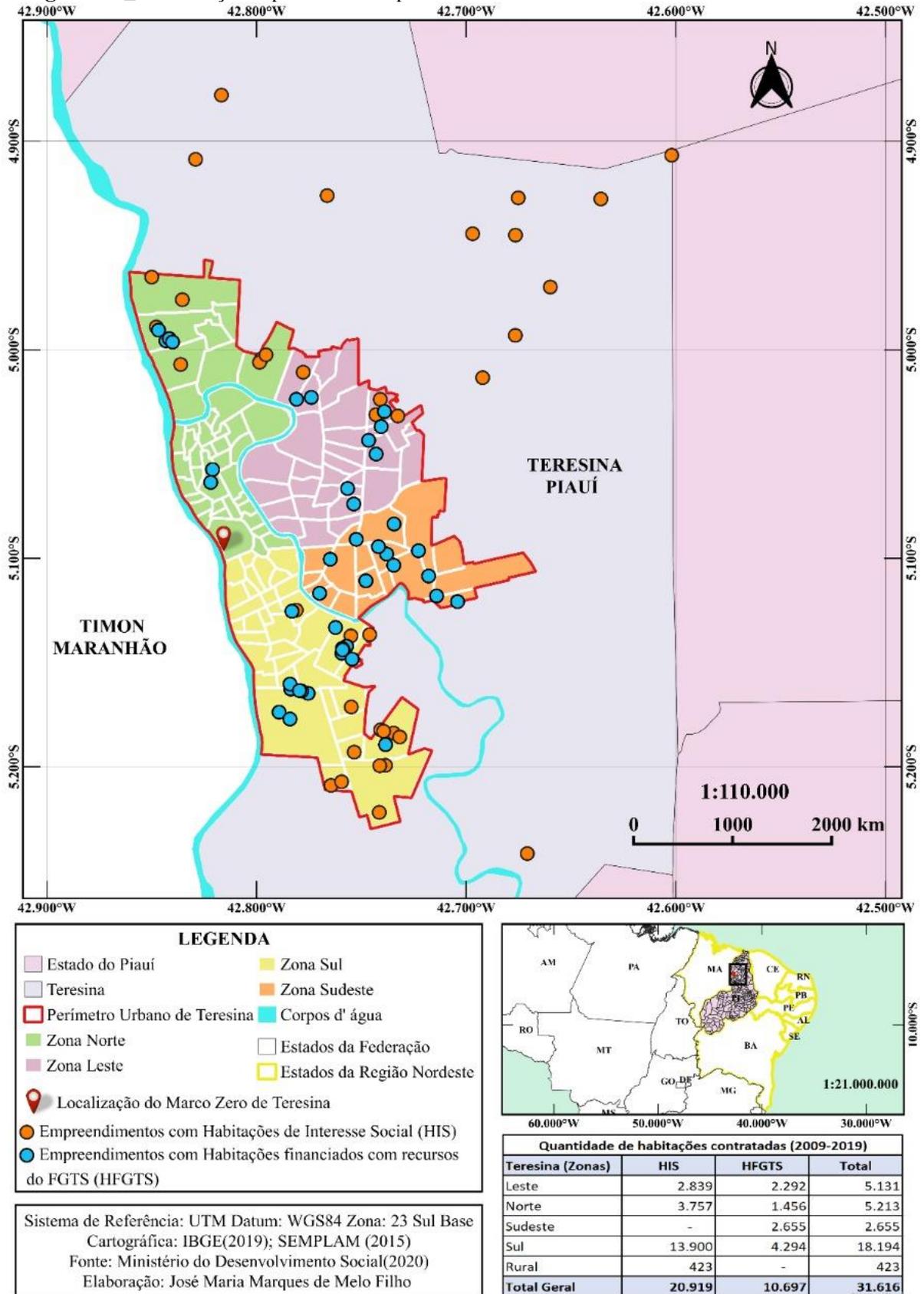
Além da localização em si, Moura (2014) destaca a importância de promover o desenvolvimento econômico local, ao ofertar serviços e equipamentos públicos próximos aos locais de implantação das moradias, que permitam o senso de pertencimento ao território por meio da convivência dos moradores. Carvalho e Medeiros (2017) concordam que a carência de serviços reforça a segregação socioespacial imposta pela localização.

Em relação à eficiência no uso dos recursos (Figura 5.8), as zonas urbanas possuem registros semelhantes até o ano de 2013. A produtividade foi, em geral, maior na zona Rural, com uma média de 2,92 UH/R\$100mil. Por sua vez, a zona Sul foi para onde se contratou menos com o mesmo valor, com uma média de 1,19 UH/R\$100mil.

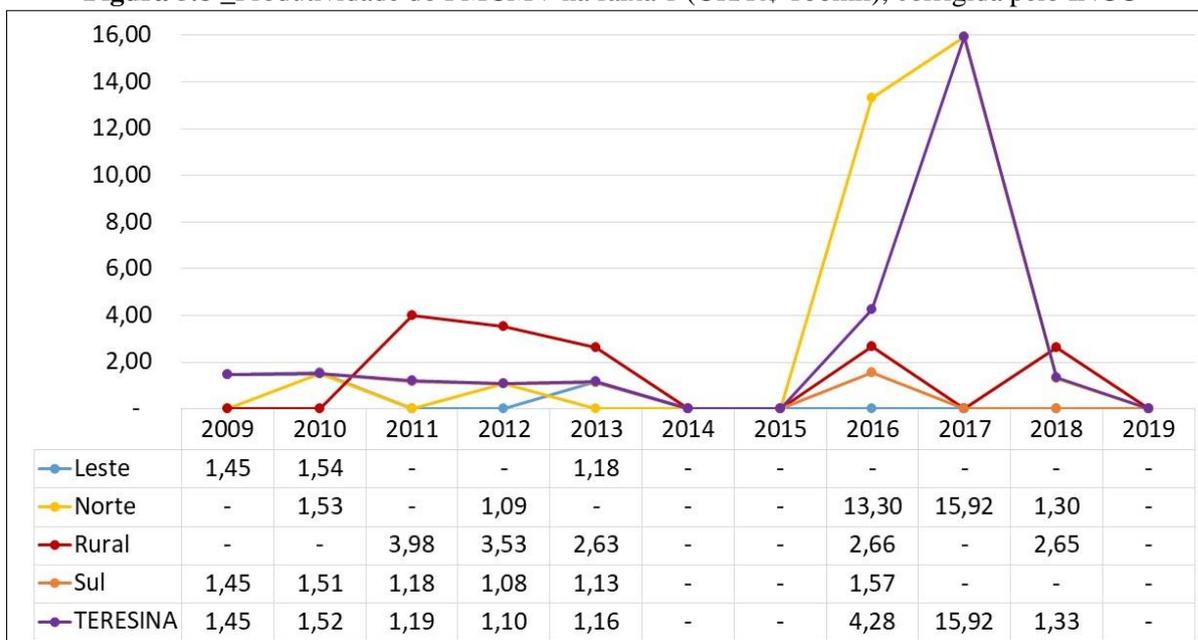
Em Teresina, a produtividade média de habitações registrada foi de 1,85 UH/R\$100mil, valor 25% superior à média nacional de 1,48 UH/R\$100mil. Essa

produtividade varia ainda em relação à tipologia das unidades, que pode ser casa, apartamento ou misto (casa e apartamento no mesmo empreendimento). Distribuídas pela cidade (Figura 5.9), para cada R\$ 100 mil investidos em cada tipologia, contratou-se em média 1,11 apartamentos ou 1,73 casas ou, ainda, 1,21 unidades habitacionais em loteamentos mistos.

Figura 5.7 Distribuição espacial dos empreendimentos do PMCMV na área urbana de Teresina



Fonte: Brasil (2020a) e Teresina (2015, 2020a), elaborada pelos autores.

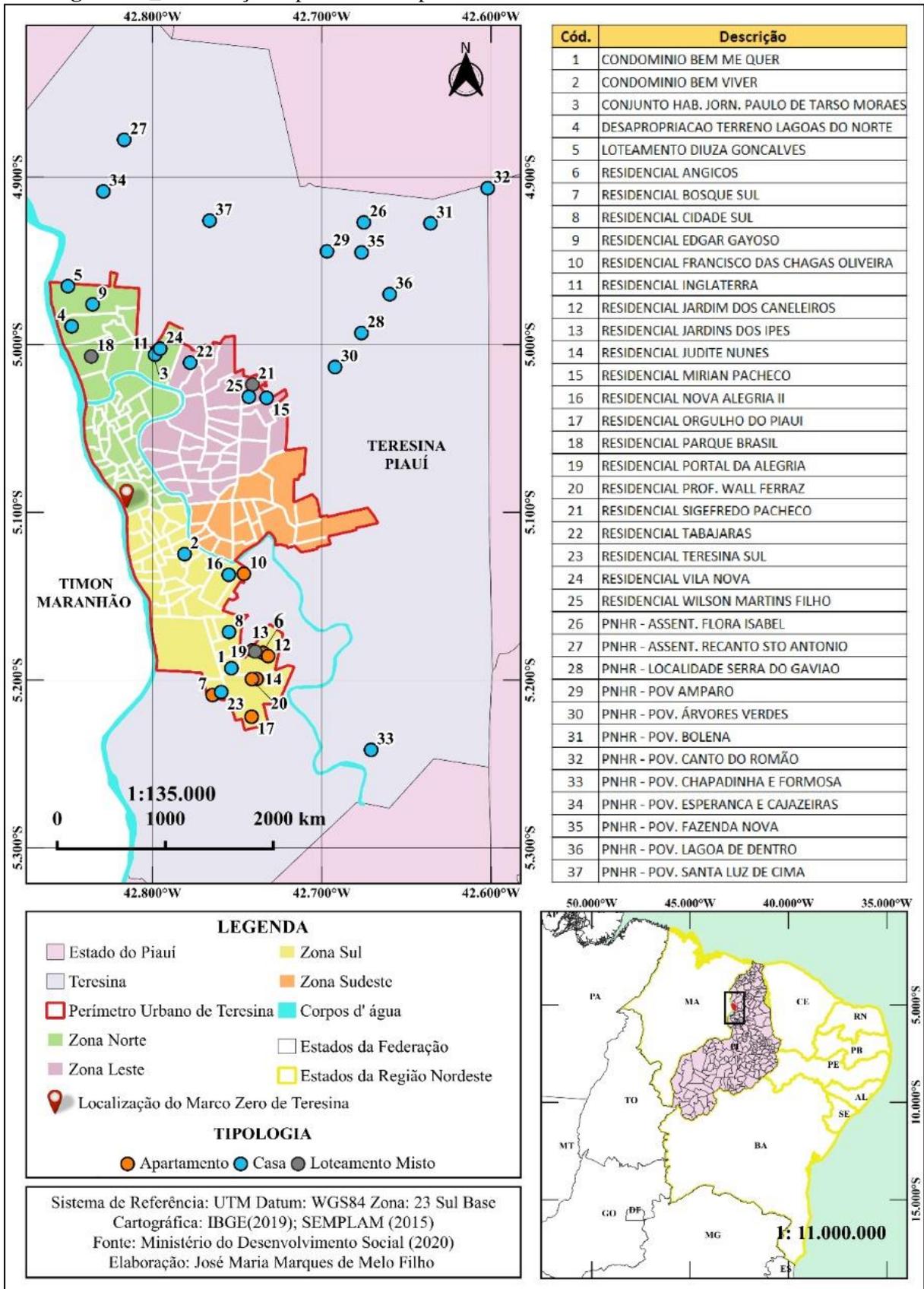
Figura 5.8 _Produtividade do PMCMV na faixa 1 (UH/R\$ 100mil), corrigida pelo INCC

Fonte: Brasil (2020a) e PortalBrasil (2020), elaborada pelos autores.

Embora 72% dos contratos firmados sejam compostos só por casas, a tipologia apartamento é a que possui maior quantidade de unidades contratadas (44%), isso sem considerar os loteamentos mistos, (cujas proporções por tipologia não foram detalhadas em Brasil (2020c), que concentraram 18% das habitações analisadas. Os empreendimentos de tipologia vertical, contratados apenas em 2012 e 2013, concentraram 54% dos investimentos feitos na faixa 1. Isso justifica a produtividade média de Teresina ser menor nesses dois anos.

Enquanto todos os empreendimentos da zona Rural são do tipo casa, na zona Sul, a única zona que possui as três tipologias, a maioria é de apartamentos, os quais respondem por 59% das unidades da região, contribuindo para esta ser a zona de menor produtividade média da cidade. Assim, a tipologia casa apresentou a maior eficiência no gasto público, mesmo tendo que ocupar maiores áreas para serem construídos os seus conjuntos, por essência, horizontais. Esperava-se que os apartamentos apresentassem os melhores resultados, pois precisam de menores áreas para serem instalados, reduzindo os custos com terreno, cujos preços são uma das grandes dificuldades para a promoção dessas habitações, de acordo com Cunha e Silva (2018). Isso, inclusive, poderia ampliar as possibilidades de construção em regiões já estruturadas da cidade, mas o que se percebe na Figura 5.9 é que, dentre os empreendimentos das zonas Sul e Leste, são os mais periféricos.

Figura 5.9_Distribuição espacial dos empreendimentos da faixa 1 do PMCMV em Teresina



Nota: PNHR: Programa Nacional de Habitação Rural
 Fonte: Brasil (2020a) e PortalBrasil (2020), elaborada pelos autores.

Outra possibilidade de melhorar a produtividade seria diversificando as tecnologias de construção das moradias, como apontando por Sousa e Santos (2021), uma vez que há técnicas que podem baratear os imóveis, permitindo construir mais com o mesmo recurso. Nessa direção, cabe ao poder público incentivar, além da pesquisa nacional para o desenvolvimento destas tecnologias, que as construtoras privadas busquem novas formas de baratear os serviços, não focando apenas nos seus lucros, mas na possibilidade de ampliar a oferta de moradias a custos mais acessíveis, contribuindo para mitigar o déficit habitacional.

5.5 Considerações finais

O Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV) teve forte expressão na promoção de moradias populares no Brasil na década de 2010, resultado que poderia ser ainda melhor se as metas estabelecidas tivessem sido cumpridas por completo. Iniciou com as habitações de interesse social liderando as contratações, mas estas foram perdendo espaço para as moradias com maiores valores de mercado e participação do mutuário.

Ao observar por região, o Sudeste recebeu a maioria das contratações, com predomínio da faixa 2, seguido pela região Nordeste, onde a prioridade foi a faixa 1. Ressalta-se que as famílias deveriam ser prioridade em todas as regiões e em nível nacional, pois esta faixa foca nas famílias de baixa renda, que predominam na composição do déficit habitacional e possuem maior dificuldade de adquirir a moradia pelas vias normais do mercado.

Como a faixa 1 era fortemente subsidiada com recursos federais, aumentar a eficiência do investimento aplicado poderia ampliar a promoção das habitações de interesse social, como apurado nos anos de 2015 e 2016. Nestes dois anos, foi contratada a maior quantidade de habitações para cada R\$ 100 mil aplicados. Os motivos para este resultado poderiam ter sido identificados e explorados para evitar a redução das contratações que ocorreu após 2015, chegando a zerar depois de 2018.

Ressalta-se que é importante, também, calcular a produtividade nas demais faixas, financiadas com recursos do FGTS, diante de sua maior representatividade numérica nas contratações nacionais. Esse conhecimento permitiria, ainda, um melhor planejamento da política para que as metas traçadas sejam alcançadas, em um país em que as políticas públicas ainda são muito sujeitas às variações da economia nacional, sendo um dos principais alvos de restrições orçamentárias.

Não apenas a quantidade de moradias ofertadas deve ser observada, mas também as oportunidades de desenvolvimento social para as famílias com a localização dos

empreendimentos. Ao observar a cidade de Teresina, percebeu-se o padrão já apresentado em outras cidades, com as habitações de interesse social localizadas em regiões afastadas do centro da cidade e carentes de infraestrutura e serviços, indicando um padrão na execução do PMCMV, que se distancia da ampliação do direito à cidade, que deveria ser promovido pelas políticas habitacionais.

Embora a faixa 1 tenha sido a prioridade nas contratações em Teresina, com produtividade superior à média nacional, os empreendimentos desta faixa, em comparação com os financiados pelo FGTS, apresentaram maiores distâncias do centro comercial e administrativo da cidade e menores ofertas de serviços na região. Neste município, a atividade econômica predominante é a prestação de serviços, que estão concentrados, principalmente, no centro da cidade, de modo que as distâncias a esta região impactam no acesso a emprego, lazer e renda. Percebeu-se, assim, periferização tanto econômica quanto espacial, promovida pelo PMCMV, e em níveis inversamente proporcionais à renda dos beneficiados, indicando uma segregação mesmo dentro do programa, ainda mais perceptível no mapa elaborado com a distribuição dos empreendimentos.

Os interesses do mercado, novamente, prevaleceram sobre a qualidade de vida dos cidadãos, principalmente, mais pobres, sendo imperativa a mudança de prioridades nas medidas governamentais. As políticas habitacionais devem promover a inserção urbana das moradias populares, propiciando a inclusão dos beneficiados pelo melhor acesso a oportunidades de emprego e renda e menor necessidade de deslocamentos, garantindo, assim, aos moradores exercer seu direito à cidade.

Considera-se, ainda, que instalar os imóveis em espaços integrados à malha urbana poderia minimizar os gastos com ampliação da infraestrutura necessária aos novos conjuntos, diminuindo, com isso, o gasto público. Para sanar estas questões, poderiam ser aproveitados terrenos melhor localizados na cidade para a construção de apartamentos, por exemplo, mas isso demandaria uma análise de melhoria da produtividade de habitações desta tipologia, pois a pesquisa indicou que os apartamentos tiveram produção mais cara que as casas analisadas. Acredita-se que o ganho de escala da concentração de unidades da tipologia vertical não conseguiu contrapor a maior infraestrutura interna dos empreendimentos, necessária para atender a maior concentração de moradores, que foi incorporada ao custo da habitação.

Esperava-se que um programa do porte do PMCMV promovesse a inclusão da comunidade beneficiada, mas foi observado que reforçou o padrão de bairro-dormitório, ocorrido em políticas habitacionais anteriores, ao construir moradias populares em locais de baixo desenvolvimento econômico e distantes do centro comercial, em vez de promover uma

ocupação mais homogênea do território. As políticas habitacionais precisam considerar a inserção urbana das moradias, garantindo a localização dos empreendimentos onde haja melhor acesso a serviços e, conseqüentemente, mais oportunidades e melhor qualidade de vida, a partir da instalação de empreendimentos em locais mais próximos à parte estruturada da cidade ou, ainda, com o incentivo ao desenvolvimento econômico das regiões onde as moradias populares estão sendo instaladas.

Outrossim, os investimentos públicos em moradias populares devem ser reforçados, visando garantir o direito à habitação de forma equitativa para toda a população. Neste sentido, a avaliação e a melhoria contínuas da aplicação dos recursos públicos poderiam garantir o cumprimento dos compromissos firmados e um maior combate ao déficit habitacional.

5.6 Referências

ALVARENGA, D. DAS N.; RESCHILIAN, P. R. Financeirização da moradia e segregação socioespacial: Minha Casa, Minha Vida em São José dos Campos, Taubaté e Jacareí/SP. **urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana**, Curitiba, v. 10, n. 3, p. 473–484, 2018.

BRASIL. Emenda Constitucional n. 26, de 14 de fevereiro de 2000. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, DF, 15 fev 2000. Seção 1, p. 1.

BRASIL. Lei nº 11.977, de 07 de julho de 2009. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, DF, 08 jul. 2009. Seção 1, p. 2.

BRASIL. Ministério de Estado das Cidades. Instrução Normativa nº 25, de 28 de setembro de 2016. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 29 set 2016. Seção 1, p. 701.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. **Pedido 59017000529202049 - Dados do Programa Minha Casa, Minha Vida - Teresina/PI - Posição: 30 abr 2020 (planilha excel)**. 2020a. Disponível em: <http://www.consultaesic.cgu.gov.br/busca>. Acesso em 11 jun 2020.

BRASIL. Portal do Ministério do Desenvolvimento Regional. **Programa Minha Casa Minha Vida**. 2020b. Disponível em: <https://www.mdr.gov.br/habitacao/programa-minha-casa-minha-vida-pmcmv>. Acesso em: 14 jun 2020.

BRASIL. Sistema de Informação ao Cidadão. **Atualização de dados sobre empreendimentos do Programa Minha Casa Minha Vida em Teresina-PI - Pedido 59017000529202049**. 2020c. Disponível em: <http://www.consultaesic.cgu.gov.br/busca>. Acesso em: 11 jun 2020.

BRASIL. **Sistema de Gerenciamento da Habitação**. 2021. Disponível em: <http://sishab.mdr.gov.br/>. Acesso em: 6 dez 2021.

CAMPOS, R. B. A.; GUILHOTO, J. J. M. The socioeconomic impact of low-income housing

programs: An interregional input-output model for the state of Sao Paulo and the rest of Brazil. **Habitat International**, v. 65, p. 59–69, 2017.

CANTARINO, J.; NETTO, V. M. Urban diversity and transformation: Public housing and the ‘hidden morphology of the plots. In: Proceedings of 11th International Space Syntax Symposium. **Anais [...]**. Lisboa: Instituto Superior Técnico, University of Lisbon, p. 53.1-53.15, 2017.

CARVALHO, A. A. V.; MEDEIROS, V. A. S. O papel do programa Minha Casa, Minha Vida no processo de construção das cidades: a perspectiva configuracional. **urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana**, Curitiba, v.9, n. suppl 1, p. 396–407, 2017.

CUNHA, T. A.; SILVA, M. S. Evidências de imprecisão nas políticas habitacionais brasileiras: o caso de São Paulo. **urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana**, Curitiba, v. 10, n. 1, p. 52–71, 2018.

DANERI, M. E. R. Vínculos entre la política de incentivo a la demanda de tierra y vivienda e integración urbana en áreas de crecimiento urbano extensivo. El caso del PRO.CRE.AR en La Plata. **Cadernos Metrópole**, v. 18, n. 35, p. 53–74, 2016

ESPINDOLA, G. M.; CARNEIRO, E. L. N. da C.; FAÇANHA, A. C. Four decades of urban sprawl and population growth in Teresina, Brazil. **Applied Geography**, v. 79, p. 73-83, 2017.

FAÇANHA, A. C. A evolução urbana de Teresina: passado, presente e **Carta CEPRO**. Teresina: Fundação CEPRO, p. 59–69. 2003

FERREIRA, G. G.; CALMON, P.; FERNANDES, A. S. A.; ARAÚJO, S. M. V. G. de. Política habitacional no Brasil: uma análise das coalizões de defesa do Sistema Nacional de Habitação de Interesse Social versus o Programa Minha Casa, Minha Vida. **urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 11, p. 1–15, 2019.

FJP, FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. **Déficit habitacional no Brail - 2016-2019**. Belo Horizonte: FJP, 2021.

IBGE, INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Município Teresina - Panorama**. Rio de Janeiro: IBGE, 2021

LIMA, A. J. O Programa Minha Casa Minha Vida, a segregação urbana e a reprodução de velhas práticas. **Argumentum**, v. 10, n 3, p. 257–271, 2018.

LIMA NETO, V. C.; KRAUSE, C.; FURTADO, B. A. **O deficit habitacional intrametropolitano e a localização de empreendimentos do Programa Minha Casa Minha Vida: mensurando possibilidades de atendimento**: Texto para discussão. Rio de Janeiro: IPEA, 2015.

LIMA, S. M. S. A.; LOPES, W. G. R.; FAÇANHA, A. C. A relação entre as áreas urbana e rural em cidades contemporâneas: Estudo em Teresina, Piauí, Brasil. **Revista Espacios**, v. 38. n. 24, p. 32–47, 2017.

LIMA, S. M. S. A.; LOPES, W. G. R.; FAÇANHA, A. C. Desafios do planejamento urbano na expansão das cidades: entre planos e realidade. **urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 11, 2019.

MARICATO, E. The Future of Global Peripheral Cities. **Latin American Perspectives**, v. 44, n. 2, p. 18–37, 2017.

MOURA, J. M. O Programa Minha Casa, Minha Vida na Região Metropolitana de Natal: uma análise espacial dos padrões de segregação e desterritorialização. **urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana**, Curitiba, v. 6, n. 3, p. 339–359, 2014.

PORTALBRASIL. **Índice Nacional de Custo da Construção do Mercado – INCC/DI**. 2020. Disponível em: https://www.portalbrasil.net/incc_di/ . Acesso em: 1 jul 2020.

ROLNIK, R.; PEREIRA, A. L. dos S.; MOREIRA, F. A.; ROYER, L. de O.; IACOVINI, R. F. G.; NISIDA, V. C.; LOPES, A. P. de O.; ROSSI, L. G. A. O Programa Minha Casa Minha Vida nas regiões metropolitanas de São Paulo e Campinas: aspectos socioespaciais e segregação. **Cadernos MetrÓpole**, v. 17, n. 33, p. 127–154, 2015.

SILVA, M. L.; TOURINHO, H. L. Z. O Banco Nacional de Habitação e o Programa Minha Casa Minha Vida: duas políticas habitacionais e uma mesma lógica locacional. **Cadernos MetrÓpole**, v. 17, n. 34, p. 401–417, 2015.

SIQUEIRA-GAY, J.; GALLARDO, A. L. C. F.; GIANNOTTI, M. Integrating socio-environmental spatial information to support housing plans. **Cities**, v. 91, p. 106–115, 2019.

SOUSA, L. F.; SANTOS, M. L. L. O. Sistemas construtivos para habitações sociais: uma revisão sistemática da literatura. **Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais**, v.12, n.3, p.194-206, 2021.

TERESINA. Secretaria Municipal de Planejamento e Coordenação. **Perímetro Urbano 2015**. Teresina: Secretaria Municipal de Planejamento e Coordenação, 2015. Disponível em: <https://semplan.teresina.pi.gov.br/mapas-interativos/> . Acesso em: 28 jun 2020.

TERESINA. **Desenvolvimento econômico em Teresina 2019**. Teresina: Secretaria Municipal de Planejamento e Coordenação, 2020. Disponível em: <https://agenda2030.carto.com/maps>. Acesso em: 28 jun2020.

TERESINA. Prefeitura Municipal de Teresina. **Teresina**. 2021. Disponível em: <https://pmt.pi.gov.br/teresina/>. Acesso em: 07 mai 2021.

UNESCO, Organização das Nações Unidas para a Educação a Ciência e a Cultura. **Declaração Universal dos Direitos Humanos**. Paris: UNESCO, 1948.

UNITED NATIONS. **Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development**. New York, United Nations, 2015.

VIEIRA, G. A. R., LOPES, W. G. R., FAÇANHA, A. C. A influência da produção habitacional popular no desenvolvimento sustentável das cidades: estudo em Teresina, Piauí. **Revista Educação Ambiental em Ação**, v. 68, 2019.

6 SOL PARA GERAR ELETRICIDADE: UM ESTUDO EM HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL

Sun for electricity generation: a study in social housings

Resumo

Para o desenvolvimento sustentável, além da ampliação da participação de fontes renováveis na matriz elétrica mundial, o acesso à energia adequada é uma necessidade básica a ser garantida, principalmente, para famílias de baixa renda. O uso de sistema fotovoltaico (SFV) em habitações de interesse social foi considerado alternativa viável, econômica e ambientalmente, na Itália, Chile e Austrália, mas, ainda, é pouco usado em habitações populares subsidiadas pela gestão pública, sendo estudos sobre este tema, escassos no Brasil. Para que seu uso possa ser ampliado, fazem-se necessárias pesquisas, em que seja considerado o impacto destes sistemas para os cofres públicos, para os mutuários e para o meio ambiente. Dessa forma, tem-se como objetivo analisar o potencial de redução dos impactos econômicos e ambientais, considerando-se a previsão de implantação de SFV em habitações de interesse social, nas políticas públicas habitacionais brasileiras. Para isso, foi analisado o potencial de geração fotovoltaica em cinco cenários de consumo, abordando as casas contratadas em Teresina, Piauí, por meio do Programa Habitacional Minha Casa Minha Vida (PMCMV), utilizando-se dados coletados em instituições públicas federais e no Atlas Brasileiro de Energia Solar. Foi mensurada, a redução das emissões de dióxido de carbono provenientes da geração elétrica e a viabilidade econômica da adoção dos SFV, baseando-se em parâmetros econométricos. Constatou-se que os SFV podem reduzir o impacto financeiro para os usuários e para o governo, minimizando, também, impactos ambientais da geração elétrica, devendo ser incentivado seu uso nas habitações de interesse social, principalmente, nas regiões mais quentes do país.

Palavras-chave: Programa Minha Casa Minha Vida, viabilidade econômica, impacto ambiental, irradiação solar, sistema fotovoltaico.

Abstract:

For sustainable development, in addition to expanding the participation of renewable sources in the global electricity matrix, access to adequate energy is a basic need to be guaranteed, especially for low-income families. The use of a photovoltaic system (SFV) in social housing was considered a viable alternative, economically and environmentally, in Italy, Chile and Australia, but it is still little used in low-income housing subsidized by public management, with studies on this topic, scarce in Brazil. In order for their use to be expanded, research is needed, in which the impact of these systems on public coffers, borrowers and the environment are considered. Thus, the objective is to analyze the potential for reducing economic and environmental impacts, considering the prevision of deployment of SFV in social housing, in Brazilian public housing policies. For this, the potential of photovoltaic generation was analyzed in five consumption scenarios, approaching the houses contracted in Teresina, Piauí, through the Minha Casa Minha Vida Housing Program (PMCMV), using data collected in federal public institutions and in the Atlas Brazilian Solar Energy. The reduction of carbon dioxide emissions from electricity generation and the economic feasibility of adopting SFV were measured, based on econometric parameters. It was found that SFV can reduce the financial impact for users and the government, also minimizing the environmental

impacts of electricity generation, and its use should be encouraged in social housing, especially in the hottest regions of the country.

Keywords: Minha Casa Minha Vida Program, economic viability, environmental impact, solar irradiation, photovoltaic system.

6.1 Introdução

Desde 2015, a Agenda 2030 tem norteado os países e sociedades quanto ao desenvolvimento sustentável, baseado não apenas no combate às mudanças climáticas, mas também na promoção da vida digna, principalmente para as pessoas em situação de maior vulnerabilidade. Para tanto, defende a garantia das necessidades básicas, como, por exemplo, no sétimo Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS), focado na universalização do acesso à energia confiável, segura e financeiramente viável, gerada por fontes renováveis de baixo impacto, que devem ser cada vez mais integradas à matriz energética mundial (SRIKANTH, 2018). Ressalta-se que nem toda a população tem garantidas suas necessidades básicas de energia, relacionadas à sobrevivência humana, ou seja, o acesso em quantidade e confiabilidade adequadas para cozinhar, aquecer, resfriar, iluminar e contribuir com a estrutura de educação, saúde e geração de renda (NADIMI; TOKIMATSU, 2018), o que reforça a relevância do tema.

Nessa linha, e em consonância com o previsto no décimo ODS da Agenda 2030, focado na redução das desigualdades (UNITED NATIONS, 2015), Camilo *et al.* (2017) e Rocha *et al.* (2017) defendem a necessidade de políticas e programas governamentais que favoreçam o acesso à energia renovável aos consumidores de diferentes classes e localidades, impulsionando o mercado local e o desenvolvimento das tecnologias acessíveis a todos. Gomes (2018) destaca, também, que para ampliar o acesso à energia de qualidade para a população, são necessários investimentos públicos, grandes ou não, direcionados à autossuficiência elétrica das casas, que pode ser impulsionada pelo uso da geração distribuída, ou seja, usinas elétricas de pequeno porte instaladas próximas aos pontos de consumo.

Sobre isso, Pitt e Nolden (2020) e Edwards e Bulkeley (2017) alertam que essas políticas precisam respeitar a capacidade de pagamento da população mais vulnerável, que continua sem conseguir acessar as tecnologias limpas, aumentando, assim, a desigualdade social. Estes autores apontam, ainda, como solução, incentivar o uso de geração distribuída, por meio de políticas públicas voltadas às famílias de baixa renda, permitindo que estes usuários, também, sejam beneficiados por essas e por outras ações voltadas a mitigar as

mudanças climáticas, as quais têm sido direcionadas apenas à parcela da população que pode pagar pelo tempo, recursos e conhecimento aplicados.

A ampliação do uso de tecnologias limpas de geração de energia, principalmente para as famílias mais carentes, pode ser promovida associando o planejamento energético a outras políticas urbanas, como as habitacionais. No Brasil, o Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV), principal ferramenta de promoção de moradias populares entre os anos de 2009 e 2020, previu a adoção de sistemas de energia solar em habitações de interesse social, que são as moradias destinadas a famílias de baixa renda, a partir de 2011, priorizando os Sistemas de Aquecimento Solar (SAS) (BRASIL, 2011; 2016). Estes sistemas são utilizados principalmente para aquecimento de água do chuveiro, procedimento necessário nas regiões de baixa temperatura de água fria, mas que não devem ser prioridade nas regiões mais quentes do país, como a região Nordeste (BESSA; PRADO, 2015). O Nordeste possui o maior potencial solar do país, com altos níveis de irradiação e baixa variabilidade entre os meses do ano, superando, além dos índices das demais regiões brasileiras, o potencial solar de outros países, onde o uso da energia solar já está bem consolidado, como Alemanha, Espanha, Itália, Portugal e França (PEREIRA *et al.*, 2017). Esse potencial solar nordestino seria, então, melhor aproveitado nas habitações de interesse social com a adoção de Sistemas de Energia Solar Fotovoltaicos (SFV), pois convertem a radiação solar em eletricidade, o tipo de energia mais utilizado nas residências brasileiras.

Triana, Lamberts e Sassi (2015) identificaram que as habitações de interesse social, subsidiadas pelo PMCMV, apresentaram baixo desempenho energético, demandando maior quantidade de eletricidade para garantir o conforto térmico dos moradores. Para Triana, Lamberts e Sassi (2015), estes resultados podem ser combatidos com a adoção de sistemas solares fotovoltaicos na unidade, cujo potencial ainda precisa ser melhor estudado. A viabilidade e os benefícios da adoção de sistemas fotovoltaicos em habitações de interesse social, tais como a redução dos gastos dos usuários com energia, a mitigação das emissões de gases de efeito estufa e a maior inclusão social da população beneficiada, já foram apontados em estudos realizados na Austrália (WIKTOROWICZ, *et al.*, 2018), no Chile (SAAVEDRA; CÁRDENAS, 2018), na Coreia do Sul (LEE; SHEPLEY, 2020) e na Itália (CUCCHIELLA; D'ADAMO; GASTALDI, 2017). No Brasil, entretanto, ainda há poucos registros deste tema na literatura.

Em uma avaliação nacional, Pinto, Amaral e Janissek (2016) constataram a viabilidade econômica de implantação de sistemas fotovoltaicos nas habitações de interesse social brasileiras, tanto na visão do usuário quanto do governo, focando em moradias financiadas em

até 30 anos, pelas Companhias de Habitação (COHAB), estimada em 73,8 mil moradias. Considerando que, por meio do PMCMV, foram contratadas 1,9 milhão de habitações de interesse social, entre 2009 e 2020 (BRASIL, 2021c), número bem mais expressivo que o considerado na pesquisa de Pinto, Amaral e Janissek (2016), cabe um estudo voltado às moradias promovidas por este programa.

Vale *et al.* (2017), por sua vez, fizeram comparação entre os custos de implantação de SFV em habitações de interesse social, promovidas pelo PMCMV em São Paulo e no Piauí, constatando que, embora a radiação solar no estado nordestino seja mais propícia à geração, as diferenças tributárias tornaram o investimento mais atrativo em São Paulo. A solução apresentada, entretanto, focada na isenção de impostos, não considera o impacto econômico para o governo, principal investidor neste programa habitacional. Ainda, segundo Vale *et al.* (2017), para os beneficiários da época, a carência de opções de financiamento de sistemas de geração distribuída no país, principalmente para as famílias de baixa renda, é apontada como um problema, destacando-se a necessidade de estudos, que proponham melhorias na legislação, visando aproveitar o grande alcance dos programas habitacionais federais para ampliar a geração de energia por fontes renováveis.

Outrossim, observa-se que as análises já realizadas não apresentaram um estudo ambiental, que demonstrasse o impacto da adoção desses sistemas sobre as emissões de gases de efeito estufa inerentes à geração de eletricidade. Cucchiella, D'adamo e Gastaldi (2017) defendem que a instalação de SFV, em residências, contribuiria com a redução dos impactos ambientais inerentes à geração de energia, mesmo em países com matriz elétrica sem predominância de combustíveis fósseis, como é o caso do Brasil. Este país possui um compromisso voluntário, firmado por meio do Acordo de Paris, de reduzir suas emissões nacionais a partir de 2020. O acordo foi negociado em 2015, durante a Conferência das Nações Unidas sobre as Mudanças Climáticas (COP21), que reuniu representantes de 195 países e estabeleceu que, na busca para conter o aquecimento global, seriam envidadas ações que buscassem o desenvolvimento sustentável, com menos emissões de gases de efeito estufa, além de uma transição energética que impulsionasse maior justiça na distribuição deste insumo (HEFFRON *et al.*, 2021).

A matriz elétrica brasileira é predominantemente renovável, caracterizada por baixas emissões de CO₂, mas a meta é nacional e não por setor, de modo que, a adoção dos sistemas fotovoltaicos, nas habitações de interesse social, contribuiria com a diversificação da matriz elétrica, favorecendo para a mitigação dos impactos ambientais relativos a este serviço e com o atendimento da demanda crescente de eletricidade. Além disso, poderia diminuir a

dependência de fontes termelétricas e a vulnerabilidade às mudanças climáticas, em especial, relacionadas ao recurso hídrico, enquanto contribuiria com os baixos índices de emissão de gases de efeito estufa que marcam a matriz elétrica brasileira (PEREIRA *et al.*, 2017).

Destaca-se, ainda, que o PMCMV foi substituído, em 2021, pelo Programa Casa Verde e Amarela, que tem como uma de suas frentes de trabalho a melhoria habitacional, que inclui a implantação de equipamentos de energia solar nas habitações, desde que associado a outras intervenções nas moradias, mesmo que estas tenham sido promovidas por outros programas públicos (BRASIL, 2021a). Desse modo, seria possível beneficiar famílias que receberam moradias pelo PMCMV, sem a inclusão do SFV, visando impulsionar a melhoria do padrão de vida das famílias e incremento da matriz elétrica brasileira, com a adição de energia renovável de baixo impacto ambiental nas habitações. Ressalta-se, então, a importância do estudo proposto no cenário atual e futuro das políticas habitacionais.

Dessa forma, neste artigo, tem-se como objetivo analisar o potencial de redução dos impactos econômicos e ambientais, considerando-se a previsão de implantação de SFV_r em habitações de interesse social, nas políticas públicas habitacionais brasileiras. Após identificação, em nível nacional, da distribuição de fontes contratadas por meio do PMCMV, utilizou-se como objeto de estudo, as casas enquadradas na faixa 1 do PMCMV, contratadas para a cidade de Teresina, Piauí. Para a análise, foi considerada a visão do investimento, tanto pelo lado do governo federal, quanto do mutuário, baseando-se em cinco cenários de estudos diversos, avaliando os impactos ambientais das implantações propostas. Ressalta-se, ainda, que os procedimentos podem ser replicados em estudos focados em outras localidades, bem como, em unidades habitacionais com sistemas fotovoltaicos já instalados.

6.2 Metodologia

No Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV), com a publicação da Portaria nº 325/2011, os Sistemas de Aquecimento Solar (SAS) tornaram-se obrigatórios nas habitações de interesse social unifamiliares de todo o país, contratadas entre 2011 e 2016. A partir da Portaria nº 158/2016, estes sistemas passaram a ser opcionais nas regiões Norte e Nordeste, mantendo-se a obrigatoriedade nas demais regiões, além de poderem ser substituídos por outras fontes renováveis, principalmente após a publicação da Portaria nº 643/2017 (BRASIL, 2011; 2016; 2017). Independente da tecnologia escolhida para a geração energética, entende-se que a legislação vigente, à época de cada contratação, deveria ter sido cumprida e, por isso, buscou-se conhecer os sistemas contratados por meio do citado programa habitacional.

Para tanto, foi solicitado ao Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR), por meio da Plataforma Integrada de Ouvidoria e Acesso à Informação, a identificação dos empreendimentos do PMCMV para os quais foram previstas fontes renováveis de energia em sua contratação, bem como, o sistema adotado e a quantidade de unidades beneficiadas (BRASIL, 2020a). A partir de abordagem quantitativa e auxílio de planilha eletrônica, foi verificada a distribuição dos sistemas contratados por tipo de fonte, por região brasileira e por fase do PMCMV. Foi comparado, ainda, com a quantidade de habitações de interesse social contratadas, em cada esfera geográfica analisada, a partir de dados do Sistema de Gerenciamento de Habitação (SISHAB) (BRASIL, 2021c).

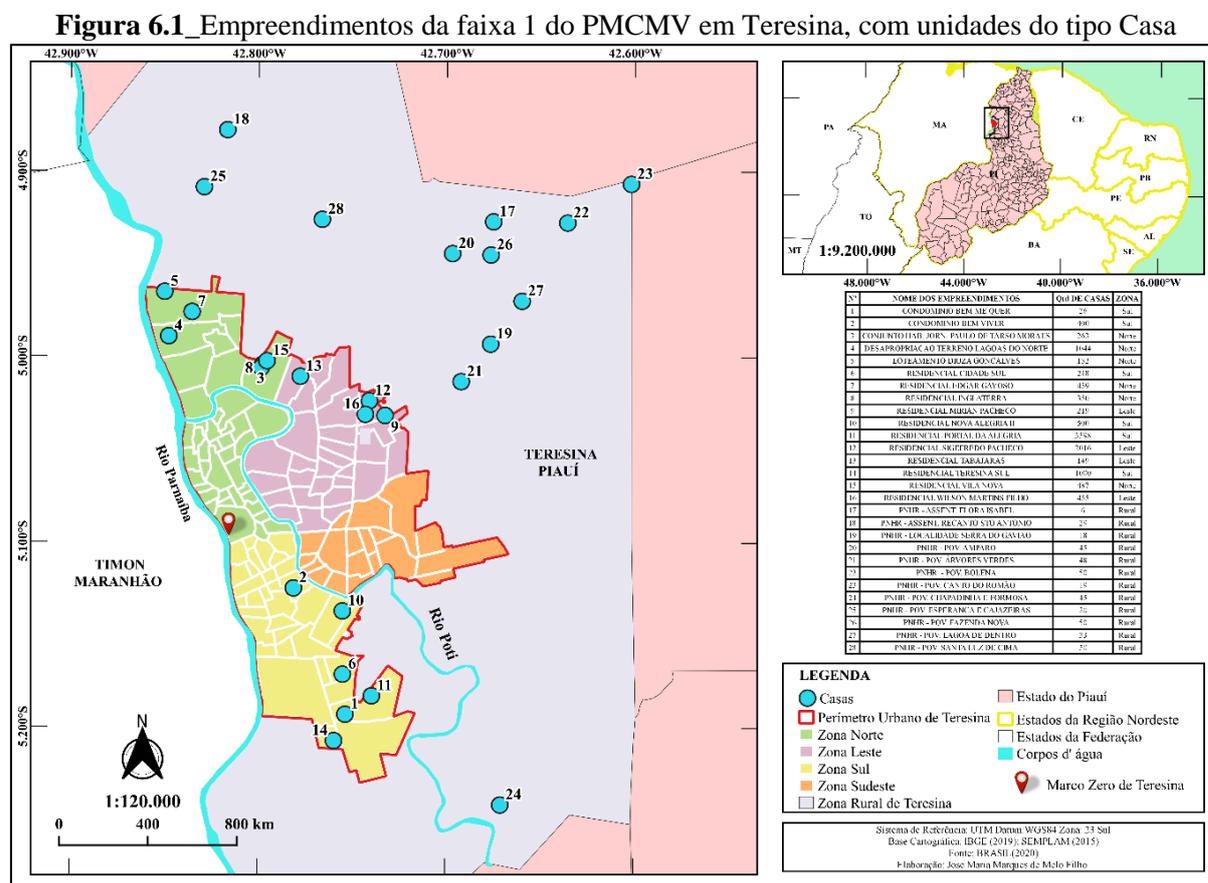
Para a análise do potencial de instalação de sistemas solares fotovoltaicos, adotou-se como objeto de estudo as habitações de interesse social contratadas para Teresina, capital do Piauí, que possui potencial fotovoltaico significativo e é carente de estudos sobre o uso de energia em suas habitações de interesse social. Além da alta incidência de irradiação solar do Piauí, destacada por Vale *et al.* (2017), Cursino e Souza (2019), ao estudar o potencial de redução de emissões de gases de efeito estufa em habitações de interesse social, apontaram que as residências de Teresina demandavam o maior consumo de eletricidade para o conforto térmico dos moradores, dentre as oito cidades brasileiras que analisaram.

Teresina está localizada no Centro-Norte do estado do Piauí, apresentando, população estimada de 871.126 habitantes, para 2021, e área de 1.391 km² (IBGE, 2021). A cidade, marcada pelo clima de altas temperaturas e economia baseada, principalmente, na prestação de serviços, foi fundada em 1852, com ocupação planejada em quadras e ruas bem definidas e retilíneas. A partir da década de 1960, com a intensificação do fluxo migratório, a cidade expandiu em todas as direções, impulsionada pela construção de grandes vias e pontes sobre os rios, pela promoção de assentamentos, desenvolvimento de novos bairros e criação de grandes conjuntos habitacionais, principalmente nos limites da malha urbana (LIMA; LOPES; FAÇANHA, 2019; LIMA, 2018). A produção habitacional foi a principal ferramenta de modificação do perímetro urbano dessa cidade, impulsionando sua expansão para incorporar tanto os condomínios nobres construídos do lado melhor estruturado da cidade, quanto as moradias populares, promovidas, principalmente por meio de políticas públicas, em áreas carentes de infraestrutura e distantes do centro comercial.

Entre as habitações populares, estão as implantadas pelo PMCMV, que corresponderam a 36.986 unidades habitacionais, para Teresina, entre 2009 e 2019, das quais 20.919 unidades, o equivalente a 57% desse total, pertenciam à faixa 1, voltadas a famílias de baixa renda (BRASIL, 2020b). Considerando que a legislação do PMCMV previu a instalação

de sistemas alternativos de energia apenas nas unidades unifamiliares, foram identificados, dentre os contratos habitacionais firmados no âmbito deste programa para Teresina, 28 empreendimentos com unidades habitacionais, exclusivamente, de tipologia casa (

Figura 6.1), sendo as demais contratações desconsideradas nesse estudo.



Fonte: Brasil (2020b), elaborada pelos autores

No mapa da

Figura 6.1, foram apresentados os empreendimentos com potencial para instalação dos sistemas fotovoltaicos, por meio de *retrofit* das unidades, que somaram 8.055 casas, das quais 423 estão localizadas na zona rural da cidade. Destaca-se que dezesseis empreendimentos urbanos se referem a loteamentos de casas, com média de 709 unidades cada, implantados em três das quatro zonas da cidade, e, em sua maioria, estão próximos aos limites do perímetro urbano. Já os doze empreendimentos rurais possuem menor concentração de casas, apresentando média de 35 unidades cada, estando mais dispersos nessa zona.

A partir da localização dos empreendimentos, foi possível estimar o recurso energético solar disponível para a geração de energia, o qual se baseia na quantidade de horas diárias de sol e nos níveis de irradiação solar (W/m^2). A irradiação solar foi estimada com base na segunda edição do Atlas Brasileiro de Energia Solar (PEREIRA *et al.*, 2017), cujo banco de

dados apresenta estimativa dos índices de irradiação solar em todo o território brasileiro, podendo ser utilizado como referência para este estudo, assim como realizado por Camilo *et al.* (2017) e Moraes, Moraes e Barbosa (2019).

Como o Atlas Brasileiro de Energia Solar apresenta medições de irradiação a cada dez quilômetros de distância, foram identificados os pontos de medição mais próximos de cada empreendimento habitacional avaliado, usando a irradiação horizontal global anual (H) como referência para as habitações. A partir da tabulação dos dados e da Equação 6.1, com auxílio de planilha eletrônica, identificou-se o ponto de referência do Atlas, que apresentou a menor distância (D) em quilômetros de cada empreendimento, calculada a partir do raio médio da Terra ($r = 6.371$ km) e das latitudes (lat1 e lat2) e longitudes (long1 e long2) dos empreendimentos e dos pontos de referência do Atlas, adotando-se, ainda, as funções trigonométricas em radianos (SANTOS; OLIVEIRA, 2018).

$$D = r \times \cos^{-1}[\sin(\text{lat1}) \times \sin(\text{lat2}) + \cos(\text{lat1}) \times \cos(\text{lat2}) \times \cos(\text{long1}-\text{long2})] \quad [6.1]$$

Além do recurso solar disponível, o potencial de geração fotovoltaica depende do sistema solar adotado. Como não há sistema anterior contratado por meio do PMCMV para Teresina, utilizou-se as características técnicas mínimas de sistemas fotovoltaicos contratados para o Piauí pelo governo federal em 2020 (BRASIL, 2021b), pois refletem a economia de escala esperada na aquisição para conjuntos habitacionais e os custos inerentes à instalação destes sistemas no território piauiense, como os relacionados à tributação e transporte. Considerando-se a situação hipotética de instalação destes sistemas nas habitações analisadas, a geração de energia elétrica (E) de um módulo fotovoltaico ($n = 1$) em cada moradia foi, então, calculada, a partir da área de superfície (A) e do rendimento (η) do módulo, da irradiação global anual (H) e do índice de desempenho global (PRt) do sistema, o qual reflete as perdas globais inerentes aos demais componentes do SFV (Equação 6.2) (BRASIL, 2021b; CAMILO *et al.*, 2017).

$$E = H \times A \times (\eta \times \text{PRt}) \times n \quad [6.2]$$

A geração elétrica (E) foi usada para dimensionar a potência total (P_t) do sistema fotovoltaico adequado às habitações, ao ser dividida pela potência nominal dos módulos adotados (P_0). Visando uma abordagem mais ampla do que a encontrada em estudos anteriores, foram considerados cinco cenários de demanda energética das residências (Tabela 6.1), permitindo comparar a condição prevista na legislação, com a aferida em residências pela Eletrobras e com a estimada em pesquisa realizada na área de estudo.

Tabela 6.1 Cenários de demanda energética das habitações de interesse social

Cenário	Consumo Mensal (kWh)	Geração Mensal (kWh)	Geração anual (kWh)	Referência
1	96,67	66,67	800,00	Geração anual prevista no PMCMV (Brasil, 2017)
2	111,07	81,07	972,84	Consumo residencial médio no Piauí (Eletrobras, 2019)
3	125,30	95,30	1.143,60	Consumo estimado para habitação de interesse social sem ar condicionado (Cursino e Souza, 2019)
4	187,00	157,00	1.884,00	Consumo estimado para habitação de interesse social com ar condicionado (Cursino e Souza, 2019)
5	275,00	245,00	2.940,00	Consumo estimado para habitação de interesse social de Teresina (Cursino e Souza, 2019)

Fonte: Brasil (2017), Eletrobras (2019), Cursino e Souza (2019), elaborada pelos autores.

Cabe destacar que a Portaria nº 643/2017 do PMCMV (BRASIL, 2017) determina que os SFV sejam conectados à rede elétrica de distribuição local, ou seja, sejam sistemas do tipo *on grid*, que dispensam o uso de baterias, as quais poderiam aumentar os custos de aquisição dos sistemas. Devido a essa conexão à rede, a distribuidora cobra mensalmente dos usuários uma taxa de disponibilidade o sistema, equivalente, no caso analisado, a 30 kWh. Para mensurar a economia prevista com estes sistemas, assim como feito por Takigawa *et al.* (2019), esta taxa foi descontada do consumo mensal para o cálculo da geração nas residências (Tabela 6.1).

Em cada cenário, para análise do impacto econômico da adoção dessas fontes alternativas, foram estimados os custos dos SFV, com base na mesma licitação utilizada para definição dos parâmetros técnicos do sistema, da qual se obteve os custos máximo, médio e mínimo do watt-pico (Wp), propostos pelos licitantes, uma vez que foi a unidade de medida adotada no procedimento licitatório, relacionada à potência dos painéis fotovoltaicos.

Estes custos, interpretados como saída de capital, foram, então, divididos entre mutuário e governo, considerando que a legislação do PMCMV previa um aumento de até R\$ 3.000,00 no valor total dos imóveis, para os quais fossem previstos sistemas alternativos de energia, além de que a moradia poderia ser subsidiada, com recursos federais, em até 90% e o valor remanescente poderia ser dividido, em até 10 anos, para o mutuário (BRASIL, 2016). Assim, adotou-se que os custos para o governo seriam de 90% do valor do SFV, com um limite máximo de R\$ 2.700,00 por sistema, atendendo ao teto previsto em Brasil (2017), a ser aplicado em parcela única na contratação do investimento. O restante do valor do SFV foi considerado custo para a família beneficiada, a ser parcelado igualmente em dez anos, nos mesmos moldes adotados para o financiamento do imóvel.

Os benefícios econômicos para os mutuários refletiram a economia na fatura de energia, considerando o uso da Tarifa Social de Energia Elétrica (TSEE), aplicada sobre o

consumo elétrico de famílias de baixa renda, adotada no Piauí em 2020 (ANEEL, 2020), e cujos valores são inferiores à tarifa residencial normal, uma condição que não foi considerada no estudo comparativo de Vale *et al.* (2017).

Para o governo, as entradas de capital foram baseadas na redução potencial de geração de energia a ser fornecida pelo Sistema Interligado Nacional (SIN), uma vez que a energia passaria a ser gerada na própria unidade de consumo. A métrica utilizada foi o Custo Nivelado de Eletricidade (*Levelised Cost of Electricity – LCOE*), que compara os custos de geração de energia a partir de diferentes tecnologias, desde a construção das usinas até o fim da sua vida útil, considerando, ainda os efeitos econômicos das emissões de CO₂.

Cucchiella, D’adamo e Gastaldi (2017), por meio do LCOE, constataram a lucratividade da adoção de SFV em habitações italianas, em relação a outras fontes elétricas. Já no Brasil, Lachini, Antoniulli e Rüter (2017) usaram esta métrica para comparar o custo, para os usuários, da geração fotovoltaica em cinco cidades brasileiras, mas sem contrapor o impacto da energia solar com o de outras fontes, e nem apresentar o impacto para os cofres públicos. Nesse estudo, calculou-se o LCOE médio nacional, ponderando-se o custo das fontes elétricas brasileiras para o governo federal, adotando como peso a participação de cada tecnologia na matriz elétrica nacional em 2019 (EPE, 2020b; IEA, 2021).

Com esses valores, assim como feito por Pinto *et al.* (2016), Moraes, Moraes e Barbosa (2019) e Rocha *et al.* (2017), a viabilidade econômica foi avaliada com o cálculo de métricas consolidadas: Valor Presente Líquido (VPL), *Payback*, Relação Custo-benefício (RCB) e a Taxa Interna de Retorno (TIR). Para ajuste dos valores de VPL, a taxa adotada resultou da diferença entre a média da variação anual da taxa básica de juros SELIC e o reajuste das tarifas de energia, observadas no período de 2009 a 2020. Considerou-se, ainda, a perda de potência ao longo da vida útil do sistema, dividida linearmente e estimada em 10% após os 10 primeiros anos e em 20% ao final de 25 anos de operação, além dos custos de manutenção e operação do sistema, aplicados anualmente no fluxo de caixa dos mutuários, equivalente a 1% do custo inicial (BRASIL, 2021b; LACCHINI; ANTONIOLLI; RÜTHER, 2017).

Já a análise da viabilidade ambiental foi baseada na redução das emissões de dióxido de carbono, resultantes da geração tradicional de eletricidade no país, com base em dados de EPE (2020b), e que poderiam ter sido evitadas em 2019, caso todas as habitações de interesse social analisadas possuíssem SFV instalado. De acordo com os Balanços Energéticos Nacionais de 2012 a 2020 (EPE, 2020a), estima-se que foram lançados na atmosfera 90 kg de CO₂ para cada 1 MWh de energia gerado em 2019 e que há uma tendência média de

crescimento, de 8,74% ao ano, das emissões de CO₂ na eletricidade gerada por meio do SIN. Com base nisso, aferiu-se a quantidade de emissões de dióxido de carbono que teria sido evitada, nos cinco cenários de consumo adotados, caso a energia elétrica utilizada pelas famílias beneficiadas pelo PMCMV tivesse sido gerada na própria casa ao invés de precisarem recorrer ao SIN.

Ampliou-se a avaliação para a vida útil dos sistemas, considerando a variação média das emissões anuais registradas entre 2011 e 2019 e a perda de eficiência do sistema, a mesma adotada para a avaliação econômica. Ressalta-se que a redução das emissões de CO₂ é um compromisso internacional e que o Brasil não possui metas por unidades da federação. Por isso, estimou-se o potencial de redução das emissões deste gás, em nível regional e nacional, considerando-se que a proporção de unidades de tipologia casa, entre as habitações de interesse social dessas duas esferas geográficas, seguiria a mesma taxa encontrada em Teresina.

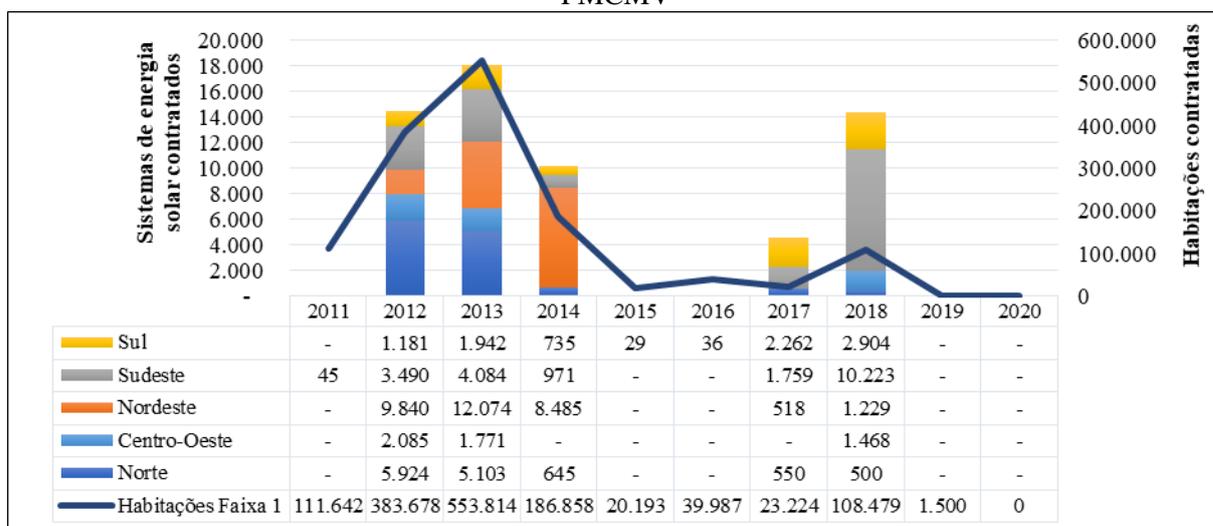
6.3 Resultados e discussão

Por meio do Programa Minha Casa Minha Vida, entre 2009 e 2020, foram contratadas 6,10 milhões de unidades habitacionais, das quais 1,91 milhão, o equivalente a 31,3% do total, eram da faixa 1, focada em famílias de baixa renda (BRASIL, 2021c). Cerca de 74,8% destas habitações da faixa 1 foi contratada após o ano de 2011, quando iniciou a segunda fase do PMCMV e sua legislação permitia, ou mesmo obrigava, a instalação de fontes renováveis de energia nas unidades do tipo unifamiliares, ou seja, tipo casa.

Triana, Lamberts e Sassi (2015) identificaram que 35% das moradias contratadas no país por meio do PMCMV, até o primeiro quadrimestre de 2014, eram do tipo unifamiliar. Considerando que este percentual foi mantido ao longo do programa, é chamativa a diferença entre as quantidades contratadas de habitações de interesse social e de fontes renováveis de energia (Figura 6.2). No período avaliado, foram contratados 79.853 sistemas de energia solar, correspondente a apenas 5,59% das habitações de interesse social contratadas.

Entre os anos de 2011 e 2015, segunda fase do PMCMV, a instalação de sistemas de aquecimento solar era obrigatória nas unidades de tipologia casa, mas só foi prevista em 4,65% das habitações contratadas no período. Mesmo no ano de 2013, que teve tanto maior quantidade de habitações de interesse social quanto de sistemas de geração distribuída contratados ao longo da execução do PMCMV, este percentual alcançou apenas 4,51%.

Figura 6.2_Sistemas de energia solar contratados x Habitações de Interesse Social contratadas pelo PMCMV



Fonte: Brasil (2020a; 2021c), elaborada pelos autores

Mesmo sendo destinadas apenas a habitações do tipo casa, esperava-se percentuais maiores de contratação dos sistemas de energia solar por meio desse programa. Estes resultados contrariam o defendido por Edwards e Bulkeley (2017), que interpretam a habitação como arena fundamental para enfrentar as mudanças climáticas. Aproveitar, então, o grande alcance do PMCMV para ampliar o uso de fontes renováveis permitiria intensificar a participação dessas fontes na matriz elétrica e, com isso, a mitigação dos impactos ambientais.

Quando a comparação entre quantidades de sistemas contratados e unidades contratadas é feita por região geográfica, percebe-se que, entre os anos de 2011 e 2015, 6,85% e 6,57% das unidades habitacionais contratadas para as regiões Norte e Nordeste, respectivamente, possuíam sistemas solares, percentuais que caíram para 5,60% e 2,04%, na mesma ordem, a partir de 2016. Essa queda era esperada, uma vez que a instalação dos sistemas passou a ser opcional nessas áreas. Mesmo assim, estas regiões concentraram, juntas, a maioria dos sistemas solares contratados no país ao longo do PMCMV, como apresentado na

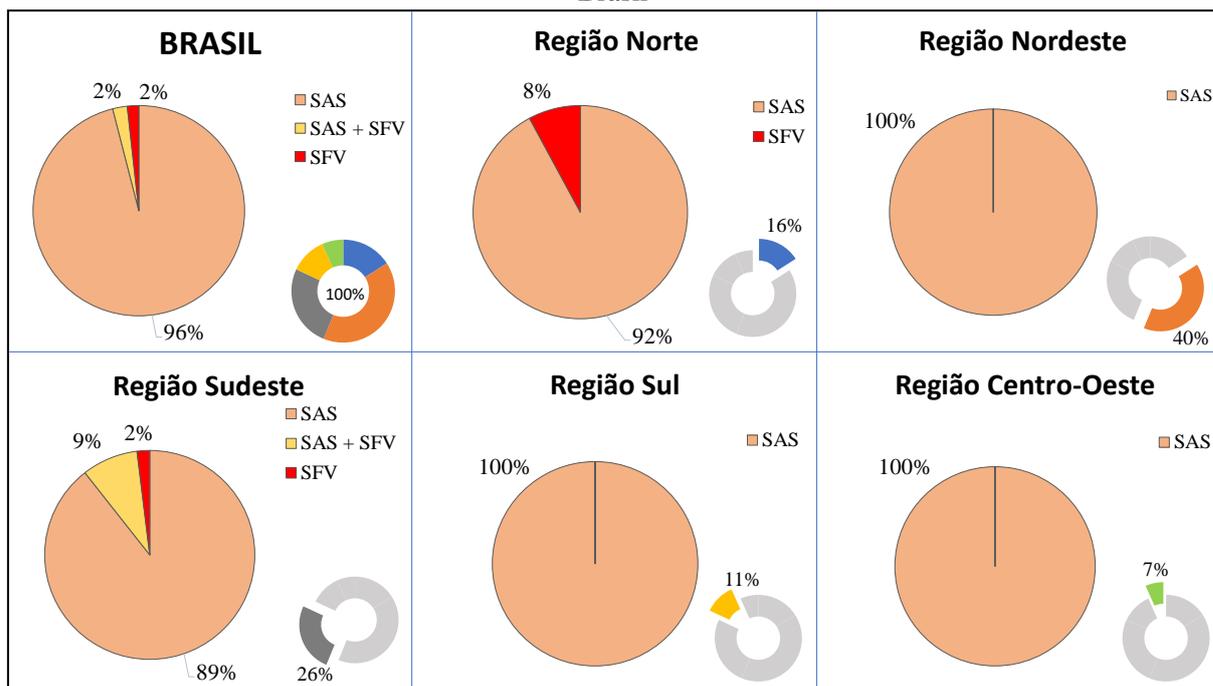
Figura 6.3, pois 16% dos sistemas foram para a região Norte e 40%, para a Nordeste, enquanto a região Sudeste recebeu 26% das contratações nacionais, o maior percentual dentre as três regiões onde os SAS foram obrigatórios na maior parte do período analisado.

Na

Figura 6.3, é visível que os sistemas de aquecimento solar foram quase unanimidade entre as contratações nacionais, respondendo por 96% das fontes renováveis instaladas, indicando a semelhança entre os projetos das diferentes regiões do país. Essa predominância

corroborar com a verificação de Triana, Lamberts e Sassi. (2015), quanto à falta de adaptação das moradias às necessidades dos usuários, pois o mesmo tipo de sistema foi adotado em todo o Brasil, independentemente das peculiaridades de cada região. Acredita-se que isso deve ser reflexo do próprio incentivo da legislação pela adoção de sistemas do tipo SAS, principalmente na segunda fase do PMCMV.

Figura 6.3_Distribuição geográfica dos sistemas de energia solar contratados por meio do PMCMV - Brasil



Fonte: Brasil (2020a), elaborada pelos autores

Em três empreendimentos previstos no estado de São Paulo, que somaram 2% dos sistemas contratados, foram instalados sistemas do tipo SAS e SFV, mas o Ministério do Desenvolvimento Regional não detalhou qual o percentual de cada tipo de fonte, nesses locais. Assim, não foi possível identificar o quanto estes empreendimentos contribuiriam com o predomínio do SAS sobre o SFV no PMCMV. Além destes empreendimentos, só foram previstos sistemas fotovoltaicos para casas contratadas em Minas Gerais e Tocantins, que somaram outros 2% dos sistemas contratados no PMCMV. Desse modo, percebe-se o baixo estímulo ao uso de SFV, principalmente nas regiões mais quentes do país, onde seu uso seria mais adequado que o de sistemas de aquecimento solar.

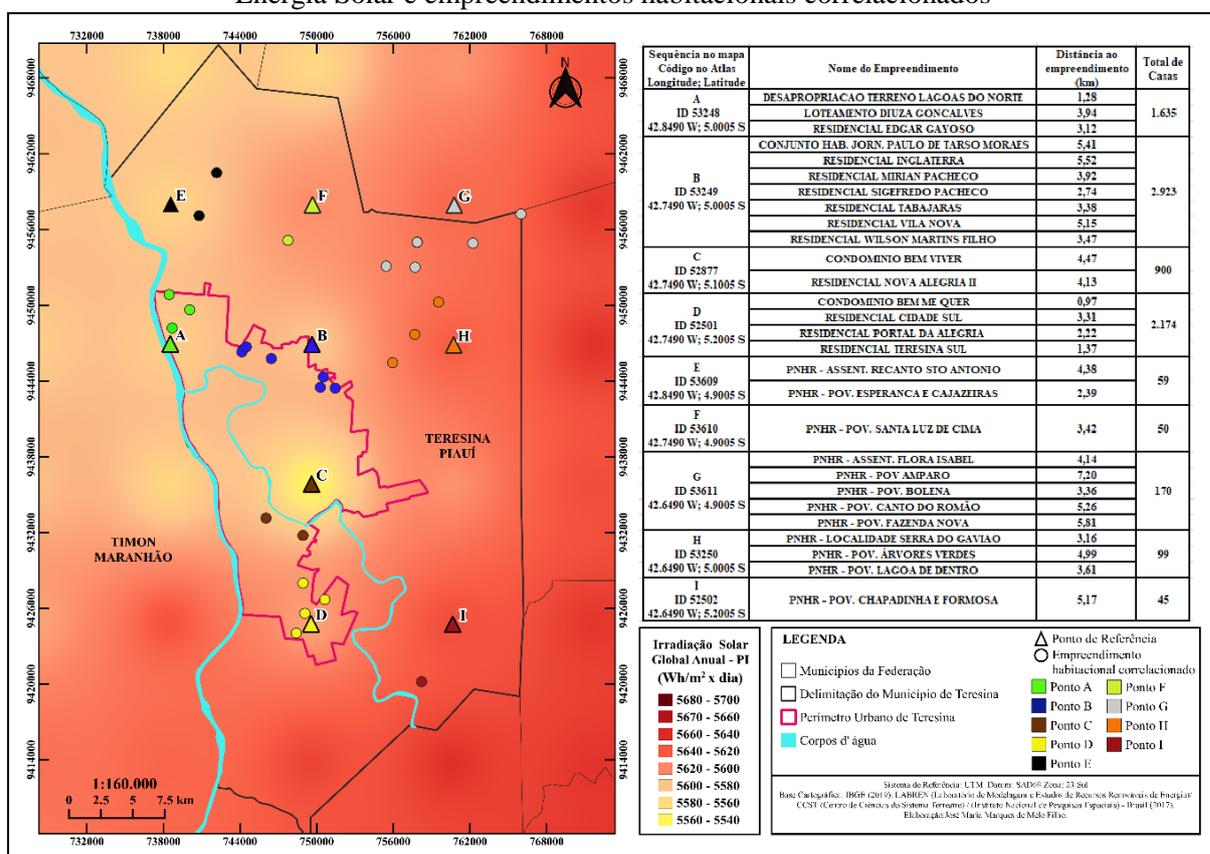
Bessa e Prado (2015) apontaram que os aspectos regionais influenciam na dimensão dos impactos ambientais com a implantação dos SAS, os quais só devem ser utilizados onde haja redução que compense a diferença de custos de instalação do sistema em relação aos chuveiros elétricos, o que não ocorre nas regiões mais quentes do Brasil, como a região

Nordeste. Conhecida pelo seu clima quente e tendo concentrado 41% das habitações de interesse social contratadas pelo PMCMV, concorda-se que, nesses imóveis, as altas temperaturas locais dispensam o uso de aquecimento solar para a água do chuveiro, de modo que o desempenho energético das unidades poderia ser melhorado com outras medidas, como a instalação de SFV.

Entre as cidades da região Nordeste, destacamos Teresina, Piauí, para este estudo, permitindo uma análise do potencial de redução dos impactos econômicos e ambientais com a adoção de sistemas fotovoltaicos em habitações destinadas a famílias de baixa renda. Nesta cidade, foram identificados nove pontos de medição do Atlas Brasileiro de Energia Solar localizados a menos de 10 km de cada um dos empreendimentos residenciais de interesse social contratados por meio do PMCMV (

Figura 6.4). Cada ponto de medição e os empreendimentos de casas a ele correlacionados foram identificados no mapa por cores diferentes, permitindo visualizar a irradiação estimada para cada local.

Figura 6.4 Mapa de irradiação da cidade de Teresina com pontos de medição do Atlas Brasileiro de Energia Solar e empreendimentos habitacionais correlacionados



Fonte: Brasil (2020b) e Pereira *et al.* (2017), elaborada pelos autores

A partir desses nove pontos, estimou-se que a irradiação horizontal global anual (H) nas casas analisadas variou de 5,54 a 5,64 kWh/m² dia, índices superiores à média nacional, de 5,28kWh/m², e às irradiações médias da Alemanha (2,98 kWh/m²), Itália (4,07 kWh/m²) e Coreia do Sul (3,99 kWh/m²) (SOLARGIS, 2019). Tais índices, também, foram superiores à média de Petrolina, Pernambuco, uma das quatro cidades brasileiras avaliadas por Rocha *et al.* (2017), quando constataram maior viabilidade da instalação de sistemas fotovoltaicos nesse município pernambucano do que em cidades das regiões Norte, Sudeste e Sul do Brasil. Observa-se, então, que Teresina apresentou maior potencial de aproveitamento da energia solar fotovoltaica, do que outras regiões brasileiras, ou mesmo em outros países onde a geração fotovoltaica já está consolidada. Dessa forma, acredita-se que este fator deveria ser considerado nas políticas públicas, como um dos parâmetros para estimular a adoção de sistemas solares compatíveis com o clima da região.

Para a análise do potencial de geração fotovoltaica, adotou-se os parâmetros e custos expressos no

Quadro 6.1. A partir destes dados, junto com a irradiação global anual média prevista para os empreendimentos, foi possível dimensionar o sistema necessário às famílias e a viabilidade econômica de sua implantação em cada um dos cenários avaliados.

Quadro 6.1_Parâmetros do sistema fotovoltaico utilizado

Item	Descrição	Valor
Módulo Fotovoltaico	Potência nominal (P ₀)	370 Wp
	Área da superfície (A)	1,94 m ²
	Eficiência mínima (η)	19%
Sistema Fotovoltaico	Índice de Desempenho Global (PRt)	77,5%
	Custo de aquisição Maior	R\$ 5,32/Wp
	Custo de aquisição Médio	R\$ 4,35/Wp
	Custo de aquisição Menor	R\$ 3,48/Wp

Fonte: Brasil (2021b), elaborada pelos autores

Adotando estes parâmetros, um SFV composto por dois módulos fotovoltaicos atenderia, com folga, cada habitação de interesse social nos cenários 1, 2 e 3, uma vez que demandariam sistemas com potência entre 503,34 Wp e 622,69 Wp. Já para os cenários 4 e 5, essa quantidade seria entre quatro e seis módulos fotovoltaicos, pois a potência demandada pelas unidades ficaria entre 1.185,36Wp e 1.881,81Wp. Estes dois últimos cenários apresentaram resultados mais próximos aos de Pinto, Amaral e Janissek (2016), corroborando, assim, com a validade dos dados levantados, e com a relevância da pesquisa, ao ampliar a análise para as condições previstas na legislação do PMCMV (BRASIL, 2017) e no consumo real estimado para essas habitações (ELETROBRAS, 2019).

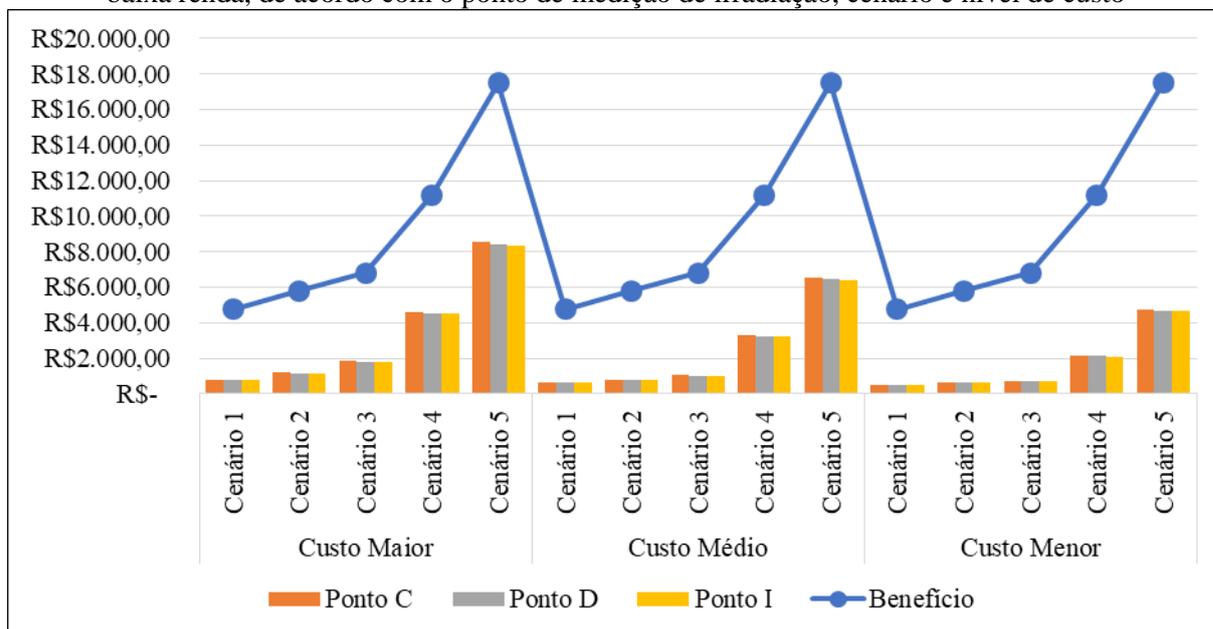
Para as habitações sociais do Chile, país latino-americano vizinho ao Brasil, Saavedra e Cárdenas (2018) estimaram o consumo de 110 kWh/mês, semelhante ao dos dois primeiros cenários estudados nesta pesquisa. Consideraram viáveis sistemas de 500 Wp a 1050 Wp, potências bem superiores às dos sistemas estimados para as habitações teresinenses, reforçando, assim, o alto potencial de geração fotovoltaica no Nordeste brasileiro.

Como os sistemas seriam instalados no telhado das casas, a quantidade de placas poderia ser um limitador para essas instalações, pois a área disponível precisa incluir, ainda, um espaço em volta dos módulos para possibilitar a manutenção (TAKIGAWA *et al.*, 2019). Pelas quantidades encontradas, considerando que os imóveis possuem cerca de 40,9m² de área útil, de acordo com Cursino e Souza (2019), haveria espaço para instalação dos sistemas no telhado das habitações de interesse social. Esses dados permitem ilustrar o tamanho dos sistemas, mas sabendo que há módulos fotovoltaicos de potências diferentes da adotada neste estudo, os resultados apresentados a seguir tem por base os valores de Wp previstos para cada sistema e não a quantidade estimada de placas.

Na análise econômica, em cada cenário, o benefício foi comum a todas as famílias, enquanto os custos variaram de acordo com o ponto de medição e com o grau de custo (maior, médio ou menor) adotado. Como o coeficiente de variação dos custos foi inferior a 1% em todas as situações analisadas, a discussão foi concentrada nos pontos de medição C, D e I, que apresentaram o menor, o médio e o maior níveis de irradiação solar estimados, respectivamente. Essa baixa dispersão dos valores para o mutuário, em cada situação, é visível na

Figura 6.5, que apresenta os dados de acordo com o cenário e o nível de custo adotados, de modo que, quanto menor a irradiação no local, maior o custo do sistema necessário a atender o consumo residencial, pois o SFV precisa ter uma maior capacidade para contemplar a mesma geração.

Figura 6.5_VPL Custo e VPL Benefício de instalação do Sistema Fotovoltaico para cada família baixa renda, de acordo com o ponto de medição de irradiação, cenário e nível de custo



Fonte: Brasil (2020a; 2021b), Pereira *et al.* (2017), elaborada pelos autores

Considerando que o valor do SFV seria financiado pelas famílias em 120 meses, sem juros, seguindo os mesmos moldes adotados na aquisição do imóvel, e com os benefícios financeiros, em cada cenário, resultando da quantidade estimada de consumo elétrico evitado com a geração fotovoltaica para as famílias de baixa renda, verificou-se potencial significativo de economia, para as famílias beneficiadas. A VPL foi positiva, com a diferença entre custo e benefício variando de R\$ 3.979,39 a R\$ 12.860,61, já considerando a atualização monetária. A economia foi apontada por Lee e Shepley (2020) como uma das principais motivações das famílias para a adoção dos SFV, juntamente com a possibilidade de financiamento do governo. Desse modo, o potencial de retorno financeiro encontrado, que supera, inclusive, o valor subsidiado pelo poder público federal, contribuiria para estimular a adesão das famílias a essa proposta.

Mesmo quando a maior parte dos custos do sistema foram repassados aos usuários, como ocorreu nos cenários 4 e 5, a Relação Custo-Benefício (RCB) foi inferior a 0,49. O custo para o mutuário não superou os benefícios em nenhum dos casos, indicando um alto potencial de economia para as famílias beneficiadas.

Para avaliação com base no *payback* e na TIR, considerou-se o investimento do mutuário concentrado no início do processo, permitindo visualizar que o investimento no SFV tem retorno de 1 a 10 anos. Estes períodos são inferiores aos 25 anos de vida útil do sistema e, também, menores do que os prazos encontrados por Pinto, Amaral e Janissek (2016), o que

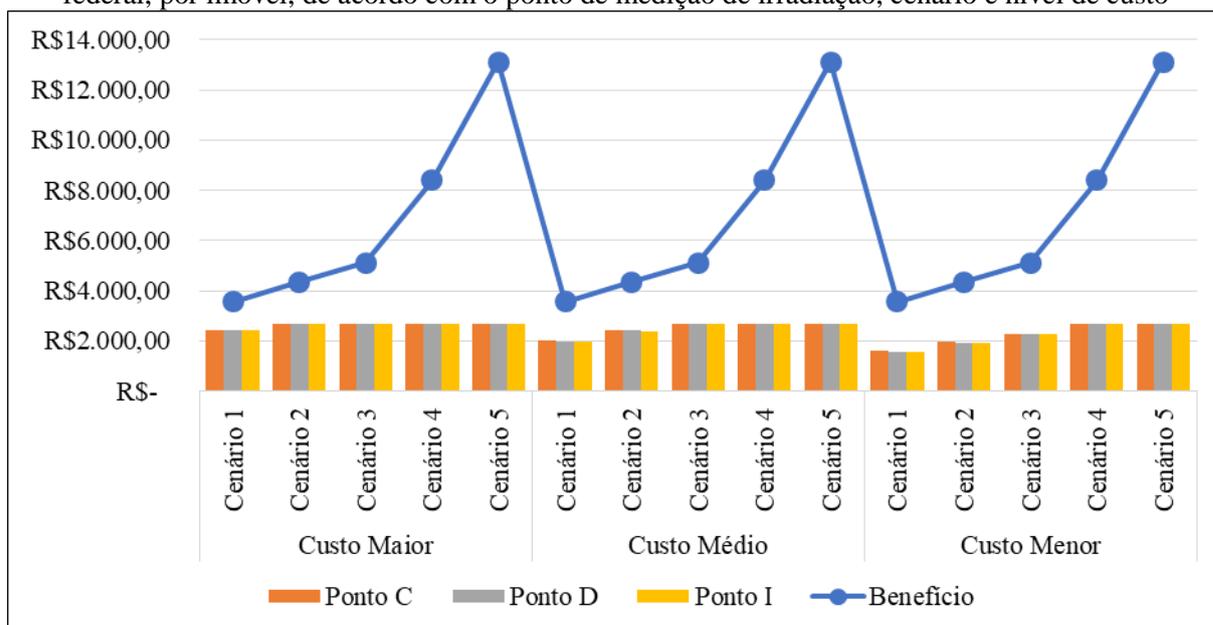
reflete redução nos custos dos SFV para os usuários, ao longo dos anos. Ademais, indicam que as condições ofertadas pela legislação do PMCMV são favoráveis para a adoção dos sistemas de energia solar pelas famílias, mesmo se for mantido o limite de R\$ 2.700,00, de valor subsidiado com recursos federais, e sendo repassada a maior parte dos custos do sistema para os usuários.

Já a TIR variou de 10,08% a 139,04%, taxas superiores aos investimentos conservadores do mercado brasileiro. Neste estudo, não foi considerada uma possível isenção fiscal sobre os sistemas fotovoltaicos, já adotada em outros estados brasileiros, o que, de acordo com Vale *et al.* (2017), poderia elevar os valores de TIR e tornar os investimentos mais atrativos. Rocha *et al.* (2017) concordam que a geração distribuída seria viável mediante esta isenção ou, pelo menos, com uma redução nos custos dos equipamentos. O potencial econômico encontrado demonstra que o mercado já está mais favorável para a instalação destas tecnologias, mas concorda-se que a economia para os beneficiários seria ainda maior com as isenções fiscais e com o desenvolvimento do mercado local.

De modo análogo, foi feita a análise de viabilidade econômica pela ótica do governo federal. Novamente, o benefício superou o custo em todas as situações analisadas, crescendo à medida que aumentava o consumo estimado (

Figura 6.6).

Figura 6.6_VPL Custo e VPL Benefício de instalação do Sistema Fotovoltaico para o governo federal, por imóvel, de acordo com o ponto de medição de irradiação, cenário e nível de custo



Fonte: Brasil (2020a; 2021b), Pereira *et al.* (2017), elaborada pelos autores

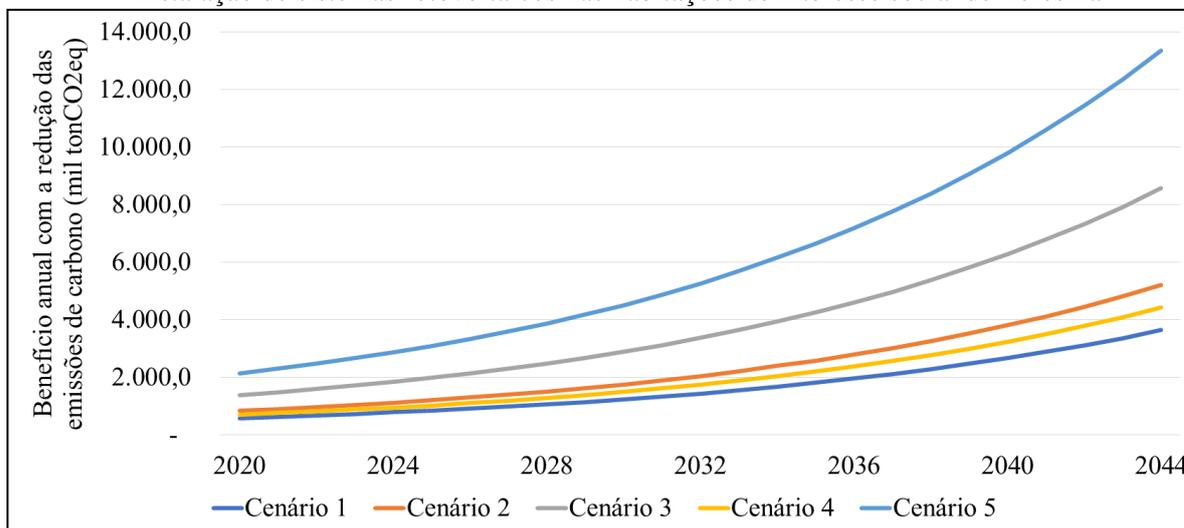
A VPL do custo de cada sistema para o governo foi igual ao investimento inicial do poder público, pois a aplicação seria feita de uma única vez na contratação dos sistemas, não havendo alteração no valor com atualização pela métrica utilizada. Em 60% das situações de cenário e nível de custo analisadas, o custo foi igual ao teto previsto na legislação, ou seja, R\$ 2.700,00, sendo o restante do valor do SFV repassado ao mutuário. Desse modo, o cenário 5 foi o mais atrativo para o governo, pois, enquanto tinha o mesmo custo do cenário 4, beneficiava-se de uma geração elétrica maior do que a estimada para os outros cenários, resultando em *payback* de quatro anos, RCB de 0,26 e TIR de 25,87%.

No Cenário 1, que segue os parâmetros definidos na legislação do PMCMV, a viabilidade econômica foi menor que nos demais cenários, mas ainda positiva, com *payback* entre 10 anos e 16 anos, RCB variando de 0,21 a 0,69 e a TIR estimada entre 5,55% a 10,93%. Assim, mesmo se fosse atendida apenas a geração prevista na legislação do PMCMV, o potencial econômico seria significativo para o governo, estimulando a aplicação em larga escala, demandada pelas políticas habitacionais brasileiras. Além disso, aumentaria a aderência ao foco das políticas públicas, que é o bem-estar da população, ao promover a maior independência energética dos cidadãos (SAAVEDRA; CÁRDENAS, 2018).

Além de atender a demanda energética das famílias de baixa renda com qualidade, confiabilidade e a preços acessíveis, como previsto no sétimo ODS, verificou-se que aumentar a geração distribuída por meio da adoção de fontes renováveis em habitações de interesse social permitiria a redução do uso do Sistema Interligado Nacional (SIN), contribuindo com a mitigação das emissões de CO₂ na geração e transmissão de energia elétrica (

Figura 6.7).

Figura 6.7 _Benefício anual com a redução das emissões de carbono (mil tonCO₂eq) após a instalação de sistemas fotovoltaicos nas habitações de interesse social de Teresina



Fonte: Brasil (2020a), EPE (2020a), elaborada pelos autores

Se as habitações avaliadas possuísem sistemas fotovoltaicos, teria sido possível evitar, em 2020, a emissão de 580,0 tonCO₂eq, caso a geração mínima prevista na legislação do PMCMV tivesse sido adotada. Esse valor subiria para até 2.131,4 tonCO₂eq se o sistema fosse projetado para o consumo residencial de 275 kWh, escolhido para o cenário 5. Após os 25 anos de vida útil dos sistemas fotovoltaicos, em 2044, o benefício poderia chegar a 13.354,4 tonCO₂eq de emissões evitadas apenas com a geração distribuída nas casas teresinenses, se observado o quinto cenário, de maior potencial de geração.

Assim como Cucchiella, D'adamo e Gastaldi (2017), percebeu-se que é possível associar os benefícios econômicos com a redução dos impactos ambientais com a proposta apresentada. Mesmo com valores inferiores aos encontrados por estes autores na Itália, reflexo de a matriz elétrica do país europeu ter maior participação de combustíveis fósseis do que a brasileira, a adoção de SFV em habitações de famílias de baixa renda pode auxiliar a conter o aumento das emissões nacionais de CO₂ provenientes da geração elétrica.

Para uma melhor visualização, foi extrapolada a análise da cidade de Teresina para as demais esferas geográficas (

Tabela 6.2), utilizando o percentual de 38,5% de casas entre as habitações de interesse social teresinenses, percentual semelhante ao encontrado por Triana, Lamberts e Sassi (2015), que identificaram que 35% das moradias contratadas no país por meio do PMCMV, até o primeiro quadrimestre de 2014, eram do tipo unifamiliar.

Tabela 6.2_Estimativa de redução anual de emissões de CO₂ ao longo da vida útil dos sistemas fotovoltaicos

Local	Habitações contratadas no PMCMV – Faixa 1		Redução anual de emissões de CO ₂ (mil tonCO ₂ eq)					
	Total	Casas*	Ano	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3	Cenário 4	Cenário 5
Teresina	20.919	8.055	2020	0,58	0,71	0,83	1,37	2,13
			2025	0,62	0,76	0,89	1,47	2,30
			2044	0,67	0,82	0,96	1,59	2,47
Piauí	60.262	23.204	2020	0,73	0,88	1,04	1,71	2,67
			2025	0,78	0,95	1,12	1,84	2,87
			2044	0,84	1,02	1,20	1,98	3,09
Nordeste	779.031	299.971	2020	0,91	1,10	1,30	2,14	3,33
			2025	0,98	1,19	1,40	2,30	3,59
			2044	1,05	1,28	1,51	2,48	3,87
Brasil	1.910.503	735.652	2020	1,13	1,38	1,62	2,67	4,17
			2025	1,23	1,49	1,75	2,89	4,51
			2044	1,32	1,61	1,89	3,12	4,87

*Usando a mesma proporção de casas entre as contratações executadas em Teresina, estimou-se que 38,5% das unidades habitacionais contratadas para Piauí, Nordeste e Brasil eram do tipo casa.

Fonte: Brasil (2020b), EPE (2020b), elaborada pelos autores

Considerando a perda de rendimento do sistema ao longo da sua vida útil e o aumento projetado de emissões de 8,74%, ao ano, na energia gerada pelo SIN (EPE, 2020b), a geração distribuída nas habitações de interesse social brasileiras, do tipo casa, poderia minimizar as emissões anuais de dióxido de carbono decorrentes de eletricidade em até 4,87 mil tonCO₂eq, em 2044. Mesmo no cenário 4, com o sistema fotovoltaico compatível com o consumo médio previsto para as habitações de interesse social brasileiras com ar condicionado, seria possível reduzir 2,4 vezes mais do que no cenário 1, correspondente à geração de energia prevista na legislação do PMCMV. Assim, quanto maior a potência prevista do SFV, maior o benefício ambiental relacionado às emissões de CO₂ com eletricidade nesses imóveis.

Os resultados apresentados foram projetados com base no crescimento das emissões de dióxido de carbono, registradas entre os anos de 2012 a 2019, período em que já havia a previsão de adoção de fontes renováveis nas casas do PMCMV e que, embora a maior parte da matriz brasileira era renovável, a geração ainda estava muito sujeita às mudanças climáticas e a confiabilidade do sistema, muito dependente das termelétricas. A esse respeito, Stuhldreher e Olmos (2020) apontam que o Brasil, assim como a Argentina, priorizou as energias não renováveis na evolução da matriz energética nacional, como forma de garantir a segurança energética e a soberania nacional, ao invés de promover as fontes mais limpas, como feito no Uruguai. Isso pode ser sentido na baixa quantidade de contratações do PMCMV, o qual poderia ter sido melhor utilizado para ampliar a participação de energia solar fotovoltaica na matriz elétrica brasileira.

Visando, assim, tanto minimizar os impactos ambientais como melhorar os resultados econômicos, as avaliações feitas corroboram com a importância de incluir mais fontes solares na matriz nacional do Brasil, ou mesmo tecnologias que emitam menos CO₂ do que as utilizadas em 2019. Sobre isso, Wiktorowicz *et al.* (2018) destacam a importância de associar o uso de SFV a outras medidas de eficiência energética, tais como considerar, já no projeto, o melhor aproveitamento de iluminação natural e condicionamento de ambientes, permitindo uma redução estimada em até 59% nas emissões de CO₂ das residências beneficiadas.

Destaca-se que essa avaliação foi baseada na proporção de casas entre as habitações de interesse social de Teresina, extrapoladas para todo o Brasil, de modo que esses valores são apenas estimativos. Contudo, Mosteiro-Romeiro *et al.* (2014) já haviam apontado que a composição mais renovável da matriz elétrica foi significativa na avaliação dos impactos ambientais de edificações suíças e norte-americanas, ao verificar que as casas do país europeu impactaram menos o meio ambiente ao longo de seu ciclo de vida, devido ao tipo de energia utilizado. Assim, é possível acreditar que as residências brasileiras, que consomem cerca de

26% da eletricidade demandada no país (EPE 2020b), poderiam aproveitar o alto potencial solar disponível para contribuir com a mitigação das mudanças climáticas, ao utilizar energia mais limpa, gerada próxima ao ponto de consumo.

A instalação dos sistemas fotovoltaicos nos imóveis destinados a famílias de baixa renda poderiam estimular a ampliação do uso dessas tecnologias em imóveis das demais faixas de renda, por meio do exemplo e do desenvolvimento de tecnologias mais baratas com a ampliação do uso. Assim, é possível acreditar que a colaboração com a redução de dióxido de carbono com a geração de energia nas habitações de interesse social vai além de sua participação nas emissões, garantindo a elas um papel ativo nas metas brasileiras.

6.4 Considerações finais

As políticas públicas habitacionais precisam promover moradias populares em grandes quantidades, com baixo custo e reduzido impacto ambiental, fornecendo às famílias o acesso a serviços básicos, como a energia elétrica. Desde 2011, o Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV) previu fontes renováveis de energia nas habitações de interesse social do tipo casa.

Pela própria prioridade dada ao uso de Sistemas de Aquecimento Solar (SAS) na legislação do PMCMV, já era esperado que a maior parte dos sistemas solares contratados fossem voltados a aquecimento de água, os quais concentraram 96% das contratações realizadas no país, mesmo não sendo o sistema mais adequado para todas as regiões, principalmente as mais quentes, como o Nordeste. Devido aos altos níveis de irradiação dessa região, os sistemas de energia do tipo fotovoltaico (SFV) permitiriam um melhor aproveitamento do potencial solar local, como o verificado em Teresina, Piauí.

Além da ótica do consumidor-produtor, que são as famílias de baixa renda, com este estudo foi possível trazer a análise de viabilidade econômica para o governo federal, principal investidor no PMCMV, avançando, assim, em relação a estudos anteriores. Tanto para o governo federal quanto para as famílias de baixa renda, a projeção de uso de sistemas fotovoltaicos apresentou-se viável economicamente, nos cinco cenários avaliados, com retorno do investimento entre um e dez anos para as famílias, e de até dezesseis anos para o governo, períodos inferiores à vida útil dos sistemas fotovoltaicos.

A estimativa para instalação de sistemas fotovoltaicos nas habitações da faixa 1 do PMCMV, também, foi considerada viável ambientalmente, podendo contribuir para a redução das emissões de dióxido de carbono, resultantes da geração elétrica, uma análise que não havia sido encontrada na literatura. Mesmo considerando a perda de rendimento dos sistemas

fotovoltaicos ao longo de sua vida útil, a taxa crescente de emissões de CO₂ na geração elétrica tradicional corrobora com a importância de aumentar a participação de fontes renováveis alternativas na matriz elétrica brasileira, o que pode ser possibilitado com a ampliação da geração distribuída nas habitações de interesse social.

As medidas apresentadas corresponderam ao consumo estimado para as habitações teresinenses, sendo extrapoladas para o restante do país. Embora as emissões sejam compatíveis com os consumos analisados, a avaliação da viabilidade ambiental pode sofrer diferenças proporcionais e significativas, com base na irradiação solar, que é diferente nos diversos pontos brasileiros. Este impacto, também, seria sentido na viabilidade econômica, pois, quanto menor a irradiação solar, maior e mais caro seria o sistema necessário para atender ao mesmo consumo. Nesse sentido, como mais uma contribuição científica, além do retrato na cidade de Teresina, onde estudos sobre esta temática são escassos, ressalta-se que a metodologia apresentada pode ser replicada em outras regiões, inclusive para unidades habitacionais com os sistemas já aplicados, permitindo uma análise da viabilidade real das implantações, visando validar as estimativas aqui elencadas.

Ademais, as considerações aqui expostas se referem à implantação dos SFV em habitações contratadas pelo PMCMV, entre 2009 e 2020, concedendo a melhoria para as famílias já beneficiadas pelo PMCMV e que, também, deve ser foco da justiça energética. Considera-se, então, que a análise apresentada contribuiu para o aumento de avanços no campo de estudo, uma vez que, mesmo o PMCMV não estando mais em vigor, as análises do que foi praticado em sua vigência podem servir como base para os parâmetros a serem adotados nas políticas públicas e programas habitacionais a serem promovidos no país, associando sustentabilidade econômica, ambiental e social, como o novo programa habitacional do governo federal, Programa Casa Verde e Amarela, que prevê melhorias em moradias já entregues.

Ressalta-se que, ainda, sendo necessários, outros estudos para análise do potencial de melhoria dos sistemas e de seus resultados, a curto e longo prazos, a viabilidade dos sistemas, aqui apresentada, visou demonstrar que os parâmetros mínimos previstos na legislação do PMCMV de 2017 podem ser adotados no novo programa habitacional, possibilitando resultados positivos para todos os envolvidos. Além disso, a possibilidade identificada de redução dos gastos com eletricidade para as famílias de baixa renda pode incentivar a adoção de fontes renováveis de energia para mais residências de outras faixas de renda, contribuindo, assim, com a diversificação da matriz elétrica brasileira e a mitigação das mudanças climáticas.

6.5 Referências

- ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica. Resolução homologatória n. 2.811, de 24 de novembro de 2020. **Diário Oficial da União**, Ministério de Minas e Energia, Brasília, DF, 01 dez. 2020, Seção 1, p. 26.
- BESSA, V. M. T., PRADO, R. T. A. Reduction of carbon dioxide emissions by solar water heating systems and passive technologies in social housing, **Energy Policy**, v. 83, p. 138–150, 2015.
- BRASIL. Ministério de Estado das Cidades. Portaria n. 325, de 7 de julho de 2011. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, DF, 21 jul. 2011. Seção 1, p. 57.
- BRASIL. Ministério de Estado das Cidades. Portaria n. 158, de 6 de maio de 2016. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, DF, 09 mai. 2016. Seção 1, p. 107.
- BRASIL. Ministério de Estado das Cidades. Portaria n. 643, de 13 de novembro de 2017. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, DF, 14 nov. 2017. Seção 1, p. 54.
- BRASIL. Fala.BR - Plataforma Integrada de Ouvidoria e Acesso á Informação. **Consultar manifestação nº 59016.001535/2020-23**. 2020a. Disponível em: <https://falabr.cgu.gov.br/publico/Manifestacao/DetailManifestacaoPublico>. Acesso em 19 out. 2020.
- BRASIL. Sistema de Informação ao Cidadão. **Atualização de dados sobre empreendimentos do Programa Minha Casa Minha Vida em Teresina-PI - Pedido 59017000529202049**. 2020b. Disponível em: http://www.consultaesic.cgu.gov.br/busca/_layouts/15/DetailPedido/DetailPedido.aspx?nu p=59017000529202049. Acesso em : 11 jun. 2020.
- BRASIL. Lei n. 14.118, de 12 de janeiro de 2021. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, DF, 13 jan. 2021. Seção 1, p. 1.
- BRASIL. Portal de Compras do Governo Federal. **Consultas**. 2021b. Disponível em: <https://www.gov.br/compras/pt-br/assuntos/consultas-1/capa-consulta>. Acesso em 15 jan. 2021.
- BRASIL. Sistema de Gerenciamento da Habitação. **Sistema de Gerenciamento da Habitação**. 2021c. Disponível em: <http://sishab.mdr.gov.br/>. Acesso em 19 fev. 2021.
- 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**. v. 71, p. 712–719, 2017.
- CUCCHIELLA, F., D’ADAMO, I., GASTALDI, M.. Economic Analysis of a Photovoltaic System: A Resource for Residential Households. **Energies**, v. 10, n. 814, p. 1–15, 2017.
- CURSINO, A.; SOUZA, B. **Linha de base e estudo exploratório para redução de emissões de gases de efeito estufa no setor de habitação no Brasil (Relatório técnico)** - Projeto

Eficiência Energética para o Desenvolvimento Urbano Sustentável (EEDUS). Brasília: Ministério do Desenvolvimento Regional, Secretaria Nacional de Habitação, 2019.

EDWARDS, G. A. S.; BULKELEY, H.. Urban political ecologies of housing and climate change: The ‘Coolest Block’ Contest in Philadelphia. **Urban Studies Journal Limited**, v. 54, n. 5, p. 1126–1141, 2017.

ELETROBRAS. Programa Nacional de Conservação de Energia e Eficiência Energética. **Pesquisa de posse e hábitos de uso de equipamentos elétricos na classe residencial**. 2019 Disponível em: <https://eletrobras.com/pt/Paginas/PPH-2019.aspx>. Acesso em: 08 dez. 2020.

EPE, Empresa de Pesquisa Energética. **Balço Energético Nacional 50 anos: cinquenta anos de estatísticas energéticas**. Rio de Janeiro: EPE, 2020a.

EPE, Empresa de Pesquisa Energética. **Brazilian Energy Balance 2020**. Rio de Janeiro: EPE, 2020b

GOMES, C. A.. Pobreza energética: uma nova espécie de pobreza?. **Revista Esmat**, v. 10, n. 15, p. 211–28, 2018.

HEFFRON, R.; HALBRÜGGE, S.; KORNER, M.; OBENG-DARKO, N. A SUMARNO, T.; WAGNER, J.; WEIBELZAHN, M. Justice in solar energy development. **Solar Energy**, v. 218, p. 68-75, 2021.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Município Teresina - Panorama. **Portal Cidades@**. 2021. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pi/teresina/panorama>. Acesso em: 7 mai. 2021.

IEA, International Energy Agency. **Levelised Cost of Electricity Calculator - Brazil**. 2021. Disponível em: <https://www.iea.org/articles/levelised-cost-of-electricity-calculator>. Acesso em: 25 fev. 2021.

LACCHINI, C.; ANTONIOLLI, A.; RÜTHER, R. The influence of different irradiation databases on the assessment of the return of capital invested in residential PV systems installed in different locations of the Brazilian territory. **Solar Energy**, v. 155, p. 893-901, 2017.

LEE, J.; SHEPLEY, M. M. Benefits of solar photovoltaic systems for low-income families in social housing of Korea: Renewable energy applications as solutions to energy poverty. **Journal of Building Engineering**, v. 28, 2020.

LIMA, A. J. O Programa Minha Casa Minha Vida, a segregação urbana e a reprodução de velhas práticas. **Argumentum**, v. 10, n. 3, p. 257–271, 2018.

LIMA, S. M. S. A.; LOPES, W. G. R.; FAÇANHA, A. C. Desafios do planejamento urbano na expansão das cidades: entre planos e realidade. **urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 11, 2019.

MORAIS, F.; MORAES, A.; BARBOSA, F. Technical-economic analysis of the first mini-generation photovoltaic system of Piauí, Brazil. **IEEE Latin America Transactions**, v. 17, n. 10, p. 1706–1714, 2019.

- MOSTEIRO-ROMERO, M.; KROGMANN, U.; WALLBAUM, H.; OSTERMEYER, Y.; SENICK, J. S.; ANDREWS, C. J. Relative importance of electricity sources and construction practices in residential buildings: A Swiss-US comparison of energy related life-cycle impacts, **Energy and Buildings**, v. 68, p. 620–631, 2014.
- NADIMI, R.; TOKIMATSU, K.. Modeling of quality of life in terms of energy and electricity consumption. **Applied Energy**, v. 212, p. 1282–94, 2018.
- PEREIRA, E. B.; MARTINS, F. R.; GONÇALVES, A. R.; COSTA, R. S.; LIMA, F. J. L.; RÜTHER, R.; ABREU, S. L.; TIEPOLO, G. M.; PEREIRA, S. V.; SOUZA, J. G. **Atlas Brasileiro de Energia Solar**. 2º ed. São José dos Campos: INPE, 2017.
- PINTO, J. T.M.; AMARAL, K. J.; JANISSEK, P. R. Deployment of photovoltaics in Brazil: Scenarios, perspectives and policies for low-income housing. **Solar Energy**, v. 133, p. 73–84, 2016.
- PITT, J.; NOLDEN, C.. Post-Subsidy Solar PV Business Models to Tackle Fuel Poverty in Multi-Occupancy Social Housing. **Energies**, v. 13, n. 4852, 2020.
- ROCHA, L. C. S.; AQUILA, G.; PAMPLONA, E. O.; PAIVA, A. P.; CHIEREGATTI, B. G.; LIMA, J. S. B. Photovoltaic electricity production in Brazil: A stochastic economic viability analysis for small systems in the face of net metering and tax incentives. **Journal of Cleaner Production**, v. 168, p. 1448–1462, 2017.
- SAAVEDRA, C. P. A.; CÁRDENAS, L. A.. Barrios resilientes energéticamente en viviendas sociales: la reconstrucción post-incendio en el Cerro Las Cañas de Valparaíso. **Revista INVI**, v. 33, n. 92, p. 183–210, 2018.
- SANTOS, R. A.; OLIVEIRA, J.. Trigonometria Triangular Esférica. **RCT: Revista de Ciência e Tecnologia**, v. 4, n. 6, 2018.
- SOLARGIS. Global Solar Atlas. **Map**. 2019. Disponível em: <https://globalsolaratlas.info/map?r=BRA&c=-15.129112,-54.3875,4>. Acesso em: 07 maio. 2021.
- SRIKANTH, R. India’s sustainable development goals-Glide path for India’s power sector. **Energy Policy**, v. 123, p. 325-336, 2018.
- STUHLDRER, A.; OLMOS, V. M. Energía y cambio climático en el MERCOSUR: desafíos de la articulación de políticas de desarrollo sostenible. **Análisis Político**, v. 33, n. 99, p. 41–60, 2020.
- TAKIGAWA, F. Y. K., ARANHA NETO, E. A. C.; FERNANDES, R. C.; CAMPOS, D.; CARDOSO, M. Analysis of the Financial Viability of a Photovoltaic System to a Consumer Unit in South. **Ingeniare. Revista chilena de ingeniería**, v. 27, n. 1, p. 131–141, 2019.
- TRIANA, M. A.; LAMBERTS, R.; SASSI, P. Characterisation of representative building typologies for social housing projects in Brazil and its energy performance. **Energy Policy**, v. 87, p. 524–541, 2015.
- UNITED NATIONS. **Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development**. New York: United Nations, 2015.
- 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**, v. 108, p. 292–298, 2017.

WIKTOROWICZ, J.; BABAEFF, T.; BREADSELL, J.; BYRNE, J.; EGGLESTON, J.; NEWMAN, P.. WGV: An Australian urban precinct case study to demonstrate the 1.5 °C agenda including multiple SDGs. **Urban Planning**, v. 3, n. 2, p. 64–81, 2018.

7 MAIS CUSTOS OU MENOS DESPESAS? A RELAÇÃO ENTRE POBREZA ENERGÉTICA E SISTEMAS FOTOVOLTAICOS NO PROGRAMA MINHA CASA MINHA VIDA

More costs or less expenses? The relationship between energy poverty and photovoltaic systems in Minha Casa Minha Vida Program

Resumo

A eletricidade possibilita o atendimento das necessidades básicas das famílias e seu acesso em quantidade e qualidade insuficientes caracteriza pobreza energética. Esta pode ser combatida com uso de sistemas fotovoltaicos (SFV), como os previstos no Programa habitacional Minha Casa Minha Vida (PMCMV). Este artigo objetiva estimar o impacto da adoção de SFV para a pobreza energética de famílias de baixa renda beneficiadas pelo PMCMV, focando em Brasil, Nordeste e Piauí. Foram utilizados dados oficiais de consumo residencial e renda *per capita* para calcular a pobreza energética, com indicadores baseados em despesa absoluta e despesa relativa das famílias com eletricidade. O efeito dos SFV foi estimado considerando, nestes indicadores, os sistemas previstos na legislação do PMCMV. Apenas as famílias do Nordeste foram consideradas pobres energeticamente, com base na despesa relativa. Em todos os casos analisados, as despesas das famílias seriam diminuídas significativamente com a adoção dos SFV, minimizando as desigualdades sociais.

Palavras-chave: energia solar; habitação de interesse social; eletricidade.

Abstract:

Electricity makes it possible to meet the basic needs of families and its access in insufficient quantity and quality characterizes energy poverty. This can be fought with the use of photovoltaic systems (SFV), such as those provided for in the Minha Casa Minha Vida housing program (PMCMV). This article aims to estimate the impact of adopting SFV on energy poverty in low-income families benefiting from the PMCMV, focusing on Brazil, Northeast and Piauí. Official residential consumption and per capita income data were used to calculate energy poverty, with indicators based on absolute expenditure and relative household expenditure on electricity. The effect of the SFV was estimated considering, in these indicators, the systems provided for in the PMCMV. Only families in the Northeast were considered energy poor, based on relative expenditure. In all cases analyzed, family expenses would be significantly reduced with the adoption of SFV, minimizing social inequalities.

Keywords: solar energy; social housing; electricity.

7.1 Introdução

O uso da eletricidade contribui com condições favoráveis de saúde, alimentação, conforto e lazer para as famílias em seus domicílios. No Brasil, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, principal órgão público federal responsável por fornecer dados e informações do país, estima que 99,8% da população brasileira tinha acesso à energia elétrica

em 2019 (IBGE, 2022a). Esta ampla distribuição de eletricidade, entretanto, não garante que este insumo esteja sendo fornecido com qualidade e a custos compatíveis com a condição financeira dos seus usuários.

Piai, Gomes e Jannuzzi (2020) entenderam que as famílias de baixa renda, aquelas cuja renda mensal é de até três salários mínimos, sofrem com a dificuldade em arcar com as despesas relacionadas à energia, pois enfrentam dificuldades financeiras para suprir suas necessidades energéticas. Gomes (2018) destacou que essa é a forma de pobreza energética mais presente na área urbana do Brasil, relacionada à vulnerabilidade dos consumidores, que possuem dificuldades em arcar com os custos da eletricidade ou cujas edificações são energeticamente ineficientes, principalmente, quanto à climatização dos ambientes.

Nesta linha, em 2002, foi criada a Tarifa Social de Energia Elétrica (TSEE), que beneficia famílias de baixa renda com descontos progressivos de até 65% em suas faturas de energia, de acordo com seu consumo (ANEEL, 2010). Maciel *et al.* (2020) verificaram que, mesmo com esta tarifa diferenciada, a população mais carente ainda sofre com os altos custos de energia elétrica. Bednar, Reames e Keoleian (2017) defendem que esta política de tarifas subsidiadas de energia para as famílias de baixa renda precisa ser complementada com medidas que combatam diretamente a causa dos problemas, minimizando o uso de energia do sistema tradicional, por exemplo, com a adoção de sistemas de energia renovável nas residências. Para tanto, Strasser (2015) aponta que inserir o planejamento energético em políticas públicas voltadas a serviços urbanos, como a habitação, permitiria otimizar a produção e distribuição de energia.

Na política habitacional brasileira, a principal ferramenta de promoção de moradias populares no país entre 2009 e 2020 foi o Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV). Por meio deste programa, foram contratadas 6,10 milhões de unidades habitacionais, das quais 1,91 milhão eram direcionadas a famílias de baixa renda, sendo, por isso, denominadas habitações de interesse social (BRASIL, 2021a). Desta parcela, 79,9 mil residências foram contempladas com sistemas de energia solar, voltados a suprir a demanda energética das famílias, principalmente relacionadas a aquecimento da água do banho (BRASIL, 2020a).

Este número deveria ter sido bem maior, uma vez que a legislação do PMCMV (BRASIL, 2011, 2016) determinava como obrigatória a instalação de Sistemas de Aquecimento Solar (SAS) nas habitações do tipo casa contratadas a partir de 2011 para todo o país, obrigatoriedade que permaneceu para as regiões Sudeste, Sul e Centro-Oeste após 2016, quando, para as residências das regiões Norte e Nordeste, essa instalação tornou-se opcional. Também a partir de 2016, foi permitido que outros sistemas de energia renovável fossem

adotados nos imóveis, como os Sistemas Solares Fotovoltaicos (SFV), mais compatíveis com a realidade das regiões Norte e Nordeste, caracterizadas por seus climas de altas temperaturas, o que torna o aquecimento de água do banho dispensável.

Gomes (2018) e Piai, Gomes e Jannuzzi (2020) concordam que a geração distribuída pode contribuir com o combate à pobreza energética, democratizando a produção de energia, contribuindo com a eficiência energética das residências e minimizando os custos para as famílias. Entretanto, seus estudos não apontam se as famílias de baixa renda, como as contempladas pelo Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV), estão em situação de pobreza energética e qual o efeito da instalação dos sistemas renováveis, previstos na legislação do Programa, sobre seus custos com energia.

A despesa com energia foi um dos primeiros atributos adotados para descrever a pobreza energética. No início da década de 1990, este tipo de privação referia-se à condição das famílias que gastavam mais de 10% de sua renda para atender às suas necessidades energéticas domiciliares, conceito que ainda é seguido em estudos recentes como, por exemplo, os de Martín-Consuegra *et al.* (2019) e Lee e Shepley (2020).

Outros autores aplicaram uma abordagem multidimensional dessa pobreza, que, além do rendimento das famílias e do acesso ao insumo, considera a disparidade de renda, a eficiência energética dos domicílios e as privações resultantes da carência da eletricidade para as famílias (OKUSHIMA, 2017; PAPADA; KALIAMPAKOS, 2016; SOKOŁOWSKI *et al.*, 2020). Com base nesses autores, considera-se que pobreza energética é a falta de acesso à energia em quantidade e qualidade adequadas ao atendimento das necessidades básicas, como iluminação, aquecimento e refrigeração, seja por escassez no fornecimento ou por dificuldade da família de arcar com as despesas.

Santillán, Cedano e Martínez (2020) defendem que conhecer a pobreza energética em um país permite orientar melhor as políticas públicas voltadas a combater a privação energética existente entre as famílias. No Brasil, ainda são poucos os estudos voltados ao tema e nenhum foi encontrado identificando o nível de pobreza energética no país, principalmente na região Nordeste, onde, historicamente, grande parcela da população ainda sofre com a pobreza em suas várias dimensões (SILVA; BRUNO; SILVA, 2020). Outrossim, esta região apresenta alto potencial de geração solar fotovoltaica, por seus níveis ótimos de incidência solar, condição que propicia o uso de sistemas de geração distribuída nas residências, previstos no PMCMV, e, com eles, a mitigação da pobreza energética que as famílias de baixa renda podem estar sofrendo.

Este artigo tem, então, por objetivo estimar o impacto da adoção de sistemas de energia solar fotovoltaicos para a pobreza energética de famílias de baixa renda beneficiadas pelo Programa Minha Casa Minha Vida. A análise foi feita considerando três esferas geográficas: Brasil, região Nordeste e estado do Piauí. Estes dois últimos foram escolhidos por seus altos níveis de irradiação solar, característica propícia à geração elétrica por meio de sistemas fotovoltaicos, além de possuir mais de 40% de sua população com rendimento inferior a $\frac{1}{2}$ salário mínimo *per capita*, ou seja, famílias de baixa renda, que devem ser o principal foco das políticas públicas (IBGE, 2022a; PEREIRA *et al.*, 2017). Com isso, acredita-se que apresentem características favoráveis ao melhor aproveitamento de sistemas de energia solar para suprir as necessidades de famílias atendidas pelo PMCMV e que possuem rendimento mensal inferior a três salários mínimos mensais.

7.2 Metodologia

Ao se considerar a pobreza energética uma condição baseada em várias dimensões, ela pode ser avaliada tanto de forma qualitativa quanto quantitativa. No último caso, por meio de indicadores objetivos, é possível obter uma visão geral da pobreza no país, sendo o primeiro passo para avaliação da pobreza energética e orientação de políticas públicas voltadas a minimizar este problema (PAPADA; KALIAMPAKOS, 2016).

Neste viés, o Observatório Europeu de Pobreza Energética, conhecido como *European Union Energy Poverty Observatory* (EPOV), recomenda dois indicadores primários para mensurar o percentual de famílias de cada país que sofrem com este tipo de pobreza e serviram de base para os indicadores utilizados neste estudo. Neles, são utilizados dados oficiais, que comparam os gastos das famílias de baixa renda com a média nacional de gastos domiciliares, e os resultados devem ser analisados considerando as circunstâncias nacionais (THEMA; VONDUNG, 2020). Embora os indicadores deste Observatório considerem diversas formas de energia utilizadas na residência e não relacionadas à mobilidade, esta pesquisa focou no uso da eletricidade, por ser a forma de energia que sofre impacto direto da utilização de sistemas solares fotovoltaicos nos imóveis.

O primeiro indicador objetivo do EPOV refere-se à despesa absoluta de energia, comparando os custos mensais das famílias de baixa renda com o custo médio nacional, ambos relativos a energia, tentando identificar o subconsumo destes serviços. No Brasil, as famílias de baixa renda são beneficiadas com a Tarifa Social de Energia Elétrica (TSEE), uma tarifa menor que a aplicada para as demais residências brasileiras. Considerando esta circunstância, o Consumo, em quilowatt-hora (kWh), e a Despesa Absoluta, em reais (R\$),

das famílias de baixa renda foram comparados com as médias nacionais de consumo e despesa residenciais, respectivamente, usando a Equação 7.1 e a Equação 7.2.

$$\text{Consumo} = \frac{\text{consumo médio das famílias de baixa renda (kWh)}}{\text{consumo médio residencial nacional (kWh)}} \quad (7.1)$$

$$\text{Despesa Absoluta} = \frac{\text{despesa média das famílias de baixa renda (R\$)}}{\text{despesa média residencial nacional (R\$)}} \quad (7.2)$$

O consumo médio residencial mensal (kWh) das famílias de baixa renda do Brasil, Nordeste e Piauí, assim como a média de consumo residencial nacional, foram calculados com base em dados da Empresa de Pesquisa Energética (EPE) (BRASIL, 2022a), referentes aos anos de 2012 a 2020, período de execução do Programa Minha Casa Minha Vida em que os sistemas de energia renovável já eram previstos para as habitações de interesse social. Para calcular a despesa (R\$) (Equação 7.3), foram consideradas as tarifas, sem impostos, registradas pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) para o Piauí e os valores médios calculados por esta Agência para o Nordeste e o Brasil em cada ano analisado.

$$\text{Despesa (R\$)} = \text{consumo (kWh)} \times \text{tarifa (R\$/kWh)} \quad (7.3)$$

Para o cálculo das despesas das famílias de baixa renda, foram considerados os descontos cumulativos sobre a tarifa residencial normal, previstos no artigo nº 110 da Resolução Normativa nº 414/2010 da ANEEL, vigente no período analisado, e apresentados na

Tabela 7.1 (ANEEL, 2010).

Tabela 7.1 Descontos da Tarifa Social de Energia Elétrica (TSEE) para famílias de baixa renda

Parcela do consumo	Desconto
0 kWh - 30 kWh	65%
30 kWh - 100 kWh	40%
100 kWh - 220 kWh	10%
Maior do que 220 kWh	-

Fonte: Adaptado de ANEEL (2010)

O indicador Despesa Absoluta aponta que as famílias de baixa renda estão em situação de pobreza energética se tiver resultado inferior a 0,5, ou seja, se os custos com eletricidade das famílias de baixa renda forem inferiores à metade da média nacional. Este indicador busca refletir as dificuldades existentes entre as famílias de baixa renda em acessar os bens elétricos de consumo, que permitiriam um maior uso de energia elétrica nas habitações. O indicador Consumo foi considerado apenas para complementar a interpretação do indicador Despesa Absoluta, não sendo utilizado para definir diretamente a pobreza energética dessas famílias,

pois a pobreza energética objetiva, aqui analisada, tem relação direta com as despesas. Os indicadores foram calculados por ano, e foi mensurada a média do período analisado.

O segundo indicador objetivo adotado foca no peso dos gastos com energia sobre o rendimento das famílias, refletindo a Despesa Relativa deste insumo sobre a renda. Além dos dados utilizados para os dois primeiros indicadores, foram utilizados os dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD), do Instituto Brasileiro de Geografia Estatística (IBGE) (2022a), para conhecer a renda média dos brasileiros e das famílias de baixa renda.

De acordo com o Sistema de Cadastro Único (CadÚnico), são consideradas famílias de baixa renda aquelas cuja renda mensal máxima seja de três salários mínimos por domicílio ou meio salário mínimo por pessoa (CAIXA, 2021). Na PNAD 2020, foi apontado que 29,1% dos brasileiros possuíam renda per capita de até meio salário mínimo, enquanto outros 31,4% recebiam entre meio e um salário mínimo por mês. Esta mesma pesquisa apontou que a média de brasileiros por domicílio é de três pessoas, equivalente a uma renda média *per capita* de um salário mínimo para os membros das famílias de baixa renda. Como os dois grupos poderiam contemplar famílias de baixa renda pelos parâmetros definidos no CadÚnico, foi adotado um percentual intermediário e considerado que o rendimento médio das famílias de baixa renda era compatível com o calculado para os 40% de pessoas com menor rendimento do Brasil, Nordeste e Piauí, grupo do qual a PNAD apresenta o rendimento médio domiciliar *per capita*.

Assim, com base na Equação 7.4, calculou-se o indicador Despesa Relativa, nas três esferas geográficas analisadas e no período de 2012 a 2020, para comparar o impacto dos gastos mensais com energia para as famílias de baixa renda com o impacto médio nacional. As famílias de baixa renda foram consideradas pobres em energia elétrica se o indicador Despesa Relativa for maior 2, ou seja, se o impacto das despesas com eletricidade sobre a renda das famílias de baixa renda fosse mais do que o dobro do impacto médio nacional.

$$Despesa\ Relativa = \frac{\frac{despesa\ média\ das\ famílias\ de\ baixa\ renda\ (R\$)}{renda\ média\ das\ famílias\ de\ baixa\ renda\ (R\$)}}{\frac{despesa\ média\ nacional\ (R\$)}{renda\ média\ nacional\ (R\$)}} \quad (7.4)$$

Para analisar o efeito da adoção de sistemas solares fotovoltaicos (SFV) em habitações de interesse social sobre as despesas das famílias de baixa renda, os indicadores Despesa Absoluta e Despesa Relativa foram calculados para o ano de 2020, considerando a implantação desses sistemas nas residências promovidas pelo Programa Minha Casa Minha Vida. Para tanto, considerou-se a geração solar prevista na legislação deste programa (BRASIL, 2017), equivalente a um consumo mensal de 66,67 kWh/mês para cada família, e

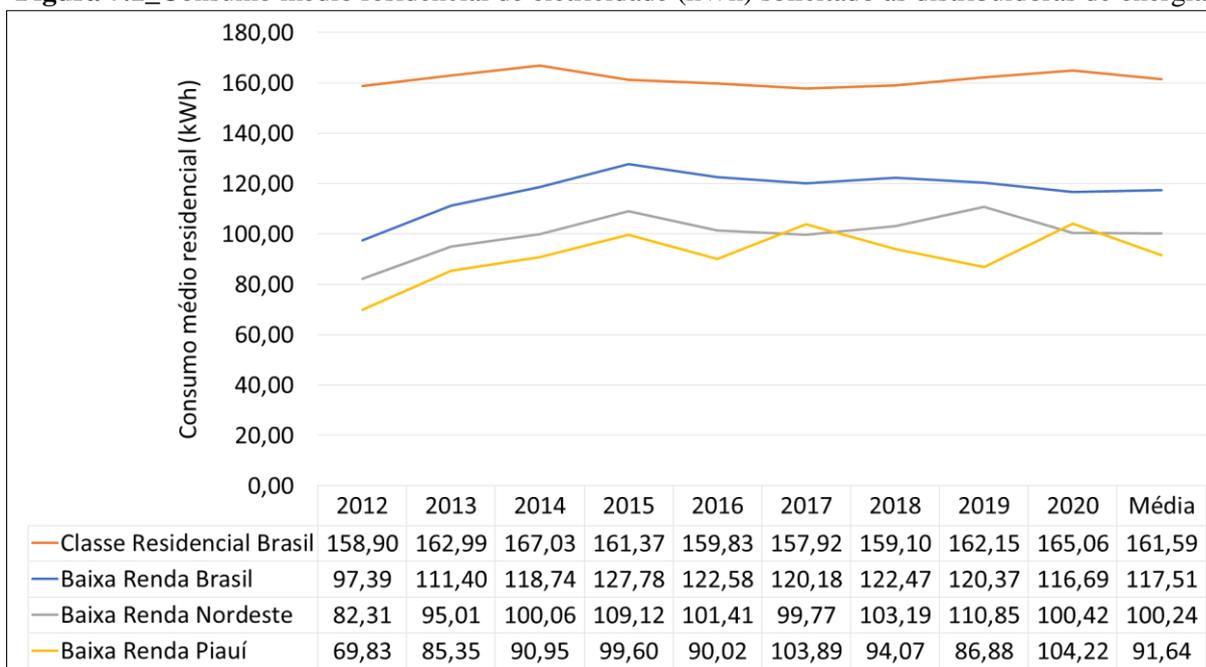
um sistema de 507 Wp, compatível com a incidência solar média de residências contratadas pelo PMCMV em Teresina, capital do Piauí (BRASIL, 2020b; PEREIRA *et al.*, 2017).

Sendo o consumo de eletricidade médio das famílias, calculado com base nos dados da EPE (BRASIL, 2022a), superior à energia gerada pelos sistemas previstos na legislação do PMCMV (BRASIL, 2017), as despesas foram estimadas como o valor a ser pago pelo adicional de energia à concessionária (diferença do consumo vezes a tarifa de energia), mais o custo mensal do sistema para o mutuário, considerando o financiamento do SFV junto ao valor do imóvel, ou seja, sistema 90% subsidiado e financiado em 120 meses (BRASIL, 2011). Como não foram contratados sistemas fotovoltaicos para residências promovidas pelo PMCMV no Piauí, o preço do SFV foi estimado com base na média dos valores do watt-pico (Wp) propostos em licitação voltada à compra de sistemas fotovoltaicos para o Piauí, firmada pelo governo federal em 2020 (BRASIL, 2021b). Optou-se por estes valores por refletirem a economia de escala esperada na aquisição para conjuntos habitacionais e os custos inerentes à instalação destes sistemas no território piauiense, como os relacionados à tributação e transporte. Os custos estimados para esta esfera foram também considerados para a análise na região Nordeste e no Brasil, permitindo a comparação dos resultados.

7.3 Resultados

Para que as famílias possam usufruir adequadamente dos benefícios da eletricidade, além de disponível, ela precisa ser acessível, ou seja, ser promovida pelas políticas públicas com qualidade e a custos compatíveis com a renda dos usuários (PIAI; GOMES; JANNUZZI, 2020). Cabe, então, visualizar as necessidades da população, o que pode ser iniciado conhecendo a pobreza energética existente, que sofre influência direta do preço da energia.

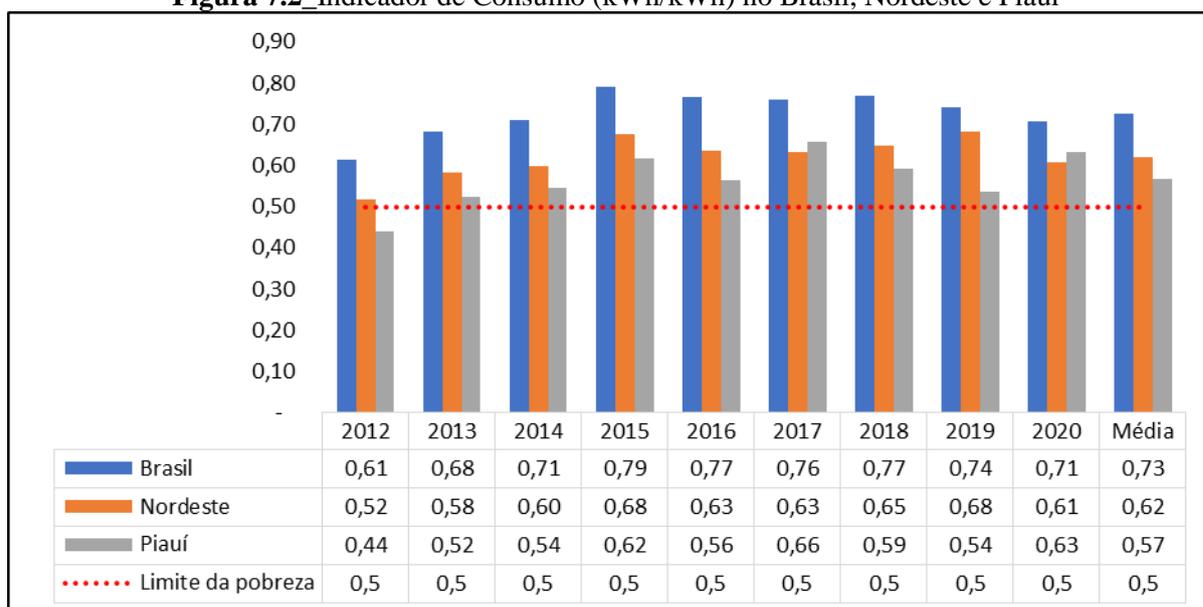
Villareal e Moreira (2016) apontaram que, mesmo quando o ajuste tarifário foi inferior à inflação, o preço cobrado pela energia tinha relação direta sobre o consumo domiciliar, o qual diminuía à medida que caía o rendimento familiar. Quando verificamos o período entre 2012 e 2020, as tarifas de energia elétrica brasileiras aumentaram cerca de 61,4%, um reajuste 5,8 pontos percentuais a mais do que o da inflação no mesmo período (ANEEL, 2021; IBGE, 2022b). Assim, é possível entender que o consumo de eletricidade das famílias de baixa renda foi menor do que a média nacional, distância que se manteve no período analisado, mesmo com a aplicação da TSEE, em virtude do reajuste tarifário superior à inflação. Isso pode ser visualizado pelos registros de consumo residencial da eletricidade fornecida pelas concessionárias de energia (Figura 7.1).

Figura 7.1_Consumo médio residencial de eletricidade (kWh) solicitado às distribuidoras de energia

Fonte: Brasil (2022a), elaborada pelos autores

Gomes (2018) entende que a TSEE é uma política que estimula a redução de consumo das famílias de baixa renda, ao conceder mais descontos para os menores consumos, o que poderia ter resultado nas diferenças de consumo médio apresentadas na Figura 7.1. Cabe destacar, entretanto, que esta mesma autora relaciona a pobreza energética na área urbana do Brasil com a vulnerabilidade dos consumidores mais pobres, que tem dificuldade de arcar com as faturas de eletricidade e sofrem com as edificações energeticamente ineficientes, visto que não há incentivos públicos para melhorar este quesito nas residências promovidas pelo poder público. Considerando que as edificações energeticamente ineficientes demandam maior gasto de eletricidade para garantir as condições de conforto adequadas para as famílias, acredita-se que este consumo elétrico das famílias de baixa renda está inferior à média nacional como resultado das dificuldades financeiras enfrentadas por esta parcela da população, que refletem, ainda, em menor acesso a bens elétricos de consumo.

Quando comparado o consumo elétrico domiciliar das famílias de baixa renda com a média nacional, por meio do indicador de Consumo, nota-se que o consumo das famílias de baixa renda foi, nas três esferas analisadas, de até 73% do consumo residencial médio nacional no período analisado (Figura 7.2), o que condiz com a relação entre rendimento e consumo elétrico apresentada por Villareal e Moreira (2016). O maior registro foi no ano de 2015, quando as famílias de baixa renda brasileiras tiveram um consumo correspondente a 0,79 da média nacional.

Figura 7.2 Indicador de Consumo (kWh/kWh) no Brasil, Nordeste e Piauí

Fonte: Brasil (2022a), elaborada pelos autores

As proporções mais baixas foram registradas no primeiro ano da série analisada, quando, no Piauí, as famílias carentes tiveram um consumo inferior à metade da média nacional, ao registrar Consumo = 0,44 e, no Nordeste, Consumo = 0,52, bem próximo ao limite considerado. Se este indicador fosse ser utilizado para avaliar a pobreza energética, indicaria que as famílias de baixa renda piauienses e nordestinas estavam pobres em energia em 2012 e teriam superado essa situação ao longo dos anos, mas ainda com resultados, no Piauí, próximos aos limites de pobreza nos anos 2013, 2014 e 2019. Entretanto, a pobreza energética é avaliada de acordo com as despesas de energia das famílias, que sofrem influência de outros fatores, como a tarifa de energia aplicada.

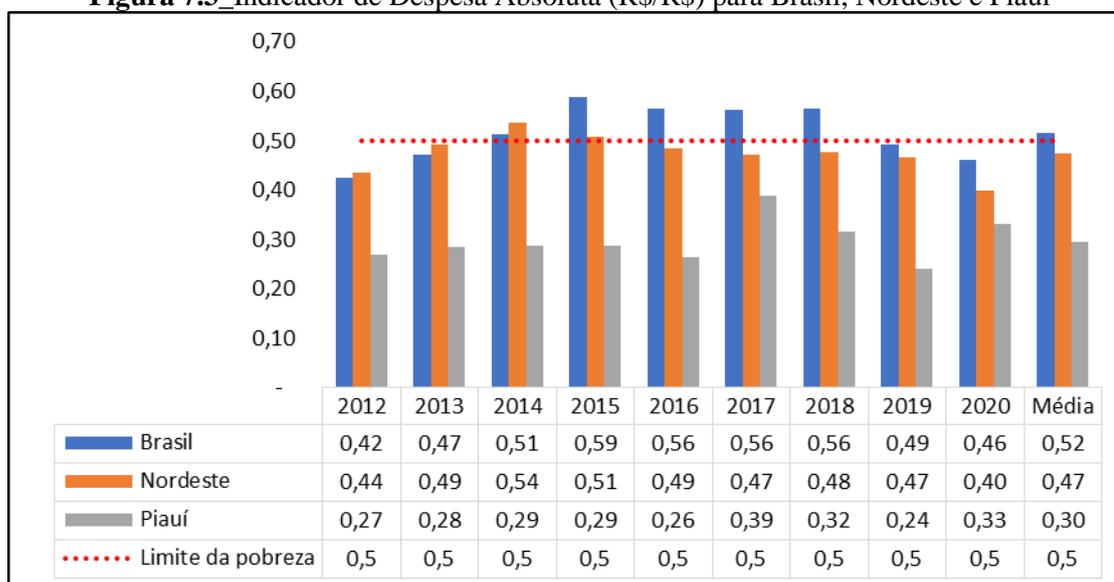
Para o indicador de Despesa Absoluta, foi considerada a Tarifa Social de Energia Elétrica (TSEE) para as famílias de baixa renda, que tem desconto de até 65% sobre a tarifa aplicada, de acordo com o consumo registrado pela distribuidora de energia (ANEEL, 2010). Com base neste indicador, cujo valor desejado é acima da linha de 0,5, as famílias de baixa renda estariam em situação de pobreza energética na Região Nordeste e no Piauí, com Despesa Absoluta média do período igual a 0,47 e 0,30, respectivamente, enquanto na análise nacional, as famílias estariam bem próximas deste *status*, com Despesa Absoluta média de 0,52 (

Figura 7.3).

Como Thema e Vondung (2020) e Sokolowski *et al.* (2020) bem destacam, as análises precisam considerar as circunstâncias do local avaliado. Assim, foi associada a análise do indicador Despesa Absoluta com a do indicador Consumo, concluindo-se que os baixos

valores do indicador de despesa absoluta refletem a aplicação de tarifas diferenciadas para as famílias mais carentes. Ao entender que, se fosse aplicada a tarifa residencial sem subsídios para as famílias de baixa renda, o resultado de Despesa Absoluta seria o mesmo do indicador Consumo, é possível perceber que o benefício da TSEE reduziu entre 0,15 e 0,27 pontos as despesas médias de energia das famílias de baixa renda. Por isso, não consideramos que as famílias de baixa renda estão em situação de pobreza energética com base na despesa absoluta com eletricidade, em virtude da aplicação da TSEE.

Figura 7.3 Indicador de Despesa Absoluta (R\$/R\$) para Brasil, Nordeste e Piauí



Fonte: ANEEL (2010, 2021) Brasil (2022a), elaborada pelos autores

Mesmo não tendo sido concluída a situação de pobreza energética com base no indicador Despesa Absoluta, os resultados podem ser melhorados com a instalação de sistemas fotovoltaicos. Pitt e Nolden (2020) apontaram que o uso de tecnologias limpas, como os sistemas fotovoltaicos, permitiria minimizar a pobreza energética da parcela mais vulnerável da população, principalmente se associado a tarifas que considerem a capacidade de pagamento dos usuários, como, no caso brasileiro, a TSEE.

Ao simular a implantação dos SFV por meio do Programa Minha Casa Minha Vida, em 2020, os valores de Despesa Absoluta reduziram em 0,12 pontos no Brasil, 0,17 pontos no Nordeste e 0,07 no Piauí (Tabela 7.2). Considerando que o consumo médio das famílias não seria reduzido, os novos valores de Despesa Absoluta indicam diminuição nos custos com energia para as famílias de baixa renda, possibilitada pela associação da política habitacional à tarifa social já aplicada. Ou seja, a implantação dos sistemas fotovoltaicos nas habitações por meio do PMCMV permitiria a redução nas despesas das famílias de baixa renda com

eletricidade, contrapondo as dificuldades impostas pelos altos custos de curto prazo estimados por Gomes (2018).

Tabela 7.2 Indicador de Despesa Absoluta com e sem Sistema Fotovoltaico (SFV) – Ano Base 2020

Esfera geográfica	Despesa Absoluta sem SFV (a)	Despesa Absoluta com SFV (b)	Δ Despesa Absoluta (a-b)	Δ Despesa Absoluta % (1-b/a)
Brasil	0,46	0,34	0,12	26,82%
Nordeste	0,40	0,23	0,17	41,76%
Piauí	0,33	0,26	0,07	21,06%

Fonte: ANEEL (2021) e Brasil (2022a), elaborada pelos autores

Ao comparar as despesas das famílias de baixa renda com e sem os SFV, a reduções seriam de 26,8%, 41,8% e 21,1% no Brasil, Nordeste e Piauí, respectivamente (Tabela 7.2), valores inferiores aos apontados por Pinto, Amaral e Janissek (2016), que estimaram uma economia mensal de 46,34% para as famílias nordestinas e 51,32% para as famílias brasileiras. Essa diferença deve ser consequência desses autores terem adotados sistemas fotovoltaicos com potência suficiente para suprir 150 kWh/mês de energia consumida por essas famílias, enquanto esta pesquisa considerou apenas o previsto na legislação do PMCMV, equivalente a 66,67 kWh/mês de consumo.

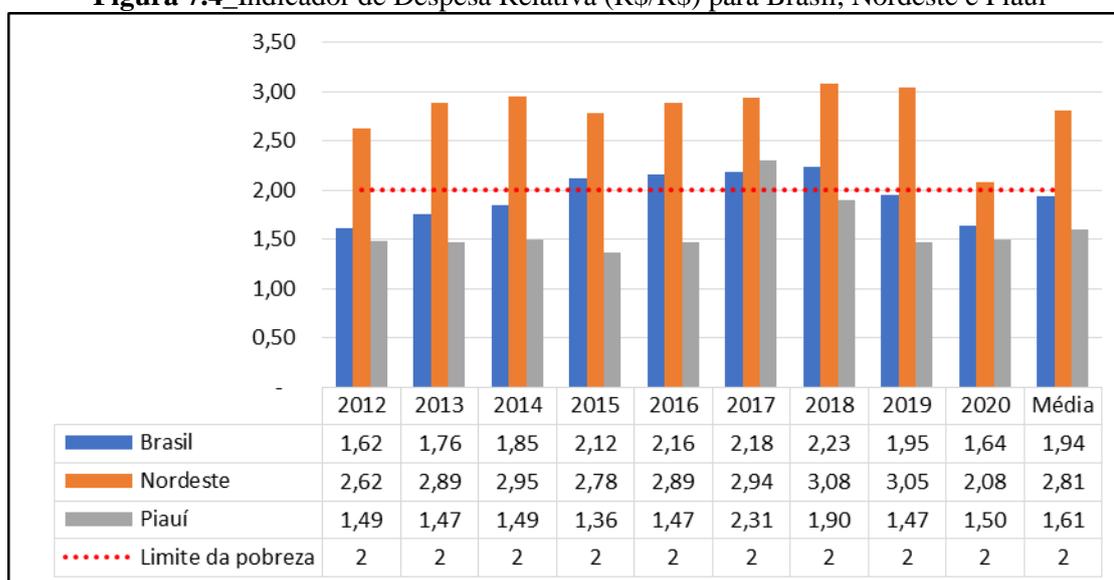
Um sistema maior aumentaria o percentual de economia encontrado, pois o valor a ser pago à distribuidora de energia pelo complemento de eletricidade consumida nas habitações de interesse social representou a maior parte do gasto mensal das famílias. Mesmo assim, a pesquisa aqui apresentada demonstra o alto benefício da aplicação da legislação já existente, como a grande redução nas despesas das famílias de baixa renda sem aumentar os custos já previstos para o governo federal, principal investidor do programa, ao subsidiar até 90% dos sistemas contratados pelo PMCMV (BRASIL, 2011).

Além da redução absoluta das despesas com eletricidade, as políticas devem primar pela redução das desigualdades entre classes econômicas, compatibilizando-as com a capacidade de pagamento das famílias (PITT; NOLDEN, 2020). Para identificar esta desigualdade, foi comparado o impacto das despesas com eletricidade para as famílias de baixa renda com a média nacional, por meio do indicador Despesa Relativa.

A região Nordeste apresentou indicadores Despesa Relativa superiores a dois em todos os anos analisados, registrando uma média de 2,81, enquanto na análise nacional, o valor médio do indicador ficou bem próximo ao limite, ao chegar a 1,94 (Figura 7.4). Os números do Piauí foram os mais próximos ao valor de 1,50 encontrado por Papada e Kaliampakos (2016) na Grécia, país do sudoeste europeu, onde a média de gastos familiar nacional era de

14% da renda, as famílias pobres gastavam 21% do que ganhavam com energia, e que estimaram que 58% das famílias gregas eram pobres em energia.

Figura 7.4 Indicador de Despesa Relativa (R\$/R\$) para Brasil, Nordeste e Piauí



Fonte: ANEEL (2010, 2021), Brasil (2022a) e IBGE (2022a), elaborada pelos autores

Embora o Piauí seja um estado nordestino, seus resultados foram diferentes dos encontrados para a região Nordeste. Embora o consumo elétrico das famílias das duas esferas tenha sido semelhante em 2020, para o Piauí, a renda média familiar calculada foi 14,8% superior e o gasto com eletricidade foi 17,2% inferior aos valores encontrados para as famílias do Nordeste, o que refletiu em níveis melhores do indicador Despesa Relativa para o estado piauiense.

Como se trata de uma relação entre as despesas com energia e a renda familiar, esperava-se que os números ficassem abaixo de dois, referente ao limite da pobreza energética, em todas as esferas, uma vez que a TSEE permitiria um menor impacto do custo de energia sobre as despesas. Mas a tarifa subsidiada não conseguiu assegurar o equilíbrio financeiro entre as classes residenciais, indicando que as famílias de baixa renda nordestinas estão em situação de pobreza energética, enquanto as brasileiras estão bem próximas a este limite, de acordo com a despesa relativa.

Destaca-se que a região Nordeste registrou o maior percentual de famílias carentes do país em 2020, com estimativa de 46,3% de sua população com rendimento domiciliar *per capita* de até $\frac{1}{2}$ salário mínimo (IBGE, 2022a). Sadath e Acharya (2017) já haviam apontado uma forte relação entre pobreza de renda e pobreza de energia, ao constatar a pobreza energética generalizada na Índia. Mesmo utilizando métodos diferentes dos adotados nesta pesquisa, a pobreza energética apontada por estes autores retrata a dificuldade da população

mais pobre em usufruir da energia, sugerindo que o governo explore o uso de fontes renováveis para suprimir este tipo de pobreza.

Se os sistemas fotovoltaicos tivessem sido instalados nas habitações de interesse social, como previsto na legislação do PMCMV, o indicador Despesa Relativa, em 2020, apresentaria números melhores, caindo 0,44 pontos no Brasil, 0,87 no Nordeste e 0,32 no Piauí (

Tabela 7.3). Neste caso, o impacto do custo com energia elétrica para as famílias de baixa renda seria bem próximo da média nacional, concedendo o maior senso de equidade econômica relacionada à energia para essas famílias.

Tabela 7.3 Indicador Despesa Relativa com e sem Sistema Fotovoltaico (SFV) – Ano Base 2020

Esfera geográfica	DR sem SFV (a)	DR com SFV (b)	ΔDR (a-b)	ΔDR % (1-b/a)
Brasil	1,64	1,20	0,44	26,82%
Nordeste	2,08	1,21	0,87	41,76%
Piauí	1,50	1,18	0,32	20,71%

Fonte: ANEEL (2021), Brasil (2022a) e IBGE (2022a), elaborada pelos autores

Estima-se que a adoção dos sistemas fotovoltaicos nas habitações de interesse social possibilitaria uma redução de 26,8%, 41,8% e 21,1% no impacto dos gastos com eletricidade sobre a renda das famílias de baixa renda do Brasil, Nordeste e Piauí, respectivamente (

Tabela 7.3). Estes resultados seriam bem maiores que os 6,5 pontos percentuais encontrados por Piai, Gomes e Jannuzzi (2020), mesmo eles tendo considerado a aquisição de um sistema que suprisse todo o consumo das famílias, o que implicaria em reduções ainda maiores nos custos aqui apresentados.

Superam também os resultados estimados por Maciel *et al.* (2020), menores que 10% de redução no impacto da eletricidade sobre a renda, que sugeriram a isenção de ICMS sobre a tarifa de energia elétrica como solução mais viável para a redução da pobreza energética no Nordeste. Assim, entende-se que, para minimizar as despesas com eletricidade para as famílias de baixa renda, não seriam necessárias alterações nas políticas existentes e sim a implementação dos sistemas fotovoltaicos já previstos no PMCMV.

Um programa habitacional com a amplitude do Minha Casa Minha Vida poderia ter colaborado com a redução dos custos com energia para as famílias de baixa renda, se as residências contratadas tivessem sido contempladas com os sistemas previstos em sua legislação. Os resultados aqui apresentados reforçam a viabilidade econômica e ambiental da

implantação de sistemas fotovoltaicos em habitações de interesse social apresentada por Pinto, Amaral e Janissek (2016). Estes autores destacam que, além de suprir a necessidade energética das famílias beneficiadas, os sistemas fotovoltaicos poderiam, ainda, fornecer um retorno considerável de energia ao sistema, combatendo a crise energética brasileira, e estimular a expansão do uso de fontes renováveis de energia para a população de maior poder aquisitivo.

É importante ainda explicar a tecnologia aos usuários e repassar a eles as informações relacionadas a melhores práticas de consumo e gestão elétrica, permitindo, assim, maximizar os benefícios dos SFV, visto que há relação entre o comportamento e o consumo (LEE; SHEPLEY, 2020; PITT; NOLDEN, 2020; ZHAO *et al.*, 2017). Outrossim, estudos que considerem dados mais específicos de despesas e consumo por habitação, como os censitários, permitiriam calcular o percentual de famílias em cada país que estão em situação de pobreza, e comparar com os indicadores definidos pelo EPOV (THEMA; VONDUNG, 2020) e em outras pesquisas, como as de Papada e Kaliampakos (2016) e Sokolowski *et al.* (2020), ou mesmo identificar a intensidade da pobreza energética, como feito por Martín-Consuegra *et al.* (2019) na Espanha.

Podem avaliar, ainda, as outras dimensões da pobreza energética, tais como a eficiência das edificações, conforto térmico e as dificuldades financeiras decorrentes dos altos custos de energia, caracterizando as famílias e, conseqüentemente, suas necessidades, orientando as políticas públicas para mitigação deste problema (SOKOŁOWSKI *et al.*, 2020). Essas complementações acresceriam o mérito desta pesquisa, permitindo direcionar medidas, mesmo dentro dos programas habitacionais, diferenciadas de acordo com o grau de pobreza das famílias beneficiadas.

Cabe aqui reforçar que esta pesquisa vem a incentivar a manutenção e melhoria das medidas públicas direcionadas à instalação de fontes renováveis nas habitações de interesse social por meio dos programas habitacionais, como o Programa Casa Verde e Amarela (PCVA), lançado em 2020, em substituição ao Programa Minha Casa Minha Vida. O PCVA prevê financiamento de novas habitações, regularização fundiária e melhoria habitacional para famílias com renda de até R\$7.000,00; até R\$5.000,00 e até R\$2.000,00, respectivamente (BRASIL, 2021c). Com poucas publicações referentes aos parâmetros a serem exigidos neste programa, é necessário verificar a previsão de melhoria social e sustentável para as famílias a serem beneficiadas, como as voltadas ao acesso à energia. Mesmo para as modalidades de melhoria habitacional, a participação do Estado deve ser ativa, visando melhor o aproveitamento energético nas unidades habitacionais.

Um passo já foi dado nessa direção com a criação do Programa de Energia Renovável Social (PERS), por meio da Lei nº 14.300/2022 (BRASIL, 2022b), que prevê o financiamento de SFV para famílias de baixa renda com recursos do Programa de Eficiência Energética (PEE). Esta lei não traz, em seu texto, uma relação com as políticas públicas habitacionais, mas acredita-se que o PERS poderá promover a implantação dos sistemas alternativos de energia nas habitações de interesse social já entregues, visando resultados como os defendidos nesta pesquisa.

7.4 Considerações finais

A pobreza energética ainda é pouco discutida no Brasil, embora já existam políticas públicas voltadas a mitigar seus efeitos, como a Tarifa Social de Energia Elétrica (TSEE) e a previsão de adoção de sistemas fotovoltaicos em habitações de interesse social promovidas pelo Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV). Ao estudar a relação entre despesa, renda e consumo de eletricidade das famílias de baixa renda no Brasil, Nordeste e Piauí, foi notado que não há um padrão entre as esferas geográficas analisadas.

Enquanto as famílias de baixa renda piauienses não foram consideradas pobres em energia, a nível nacional, os resultados apontaram que esta classe econômica está bem próxima do limite de pobreza energética, com base na despesa relativa. Por sua vez, estima-se que as famílias de baixa renda nordestinas estão em situação de pobreza energética, pois a relação entre seus gastos com eletricidade e sua renda mensal superam o dobro da média nacional, mesmo sem a análise da despesa absoluta de energia apontar este mesmo resultado. Mais do que minimizar os custos de energia das famílias, as políticas públicas precisam diminuir as desigualdades sociais e conceder condições mais equivalentes de usufruir dos benefícios da vida moderna, como a eletricidade.

Os sistemas fotovoltaicos poderiam minimizar estas diferenças, caso fossem implantados como previsto na legislação do programa habitacional de maior impacto do Brasil na década de 2010, o PMCMV. O uso destes sistemas permitiria melhorias para estas famílias, sem previsão de aumento de custos aos cofres públicos além dos já estimados, dispensando alterações de políticas públicas. Outrossim, estudos futuros podem considerar a implantação destes sistemas por meio do Programa de Energia Renovável Social (PERS), criado em 2022, e que tem potencial para implantar SFV em moradias de famílias de baixa renda, como parte da política energética do país.

Este estudo inova ao buscar identificar, por meio de indicadores, se as famílias de baixa renda brasileiras estão pobres também em energia, visto que a literatura ainda não apresentava este tipo de cálculo, assim como o efeito dos sistemas fotovoltaicos sobre estes indicadores. É um passo inicial para identificar e buscar mitigar a pobreza energética, e que deve ser complementado por estudos que incluam outras fontes energéticas domiciliares, como o gás de cozinha.

Ademais, foi feita a análise do grupo de famílias beneficiadas pelo PMCMV, o que não quer dizer que a intensidade de pobreza energética é igual para todas essas famílias. Sugere-se, então, pesquisas mais aprofundadas desse grupo, para identificar as famílias em situação mais crítica de pobreza energética, as quais devem ser alvo inicial de medidas voltadas a melhorar o uso da eletricidade, que extrapolem o acesso a fontes renováveis e a instrução dos usuários, seguindo para incentivos a substituição de eletrodomésticos por equipamentos mais eficientes, tais como aparelhos de refrigeração e climatização utilizados nos imóveis. Afinal, para que se possa minimizar a pobreza energética no país, o primeiro passo é identificar onde ela existe e qual sua intensidade, e, com isso, buscar mitigar as desigualdades existentes entre as classes econômicas, em busca de uma nação mais justa e igualitária.

7.5 Referências

ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica. Resolução Normativa n. 414, de 09 de setembro de 2010. **Diário Oficial da União**, Ministério de Minas e Energia, Brasília, DF, 15 set. 2010, Seção 1.

ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica. **Tarifas**. 2021. Disponível em: <https://www.aneel.gov.br/luz-na-tarifa>. Acesso em: 11 jan. 2022.

BEDNAR, D. J.; REAMES, T. G.; KEOLEIAN, G. A. The intersection of energy and justice: Modeling the spatial, racial/ethnic and socioeconomic patterns of urban residential heating consumption and efficiency in Detroit, Michigan. **Energy and Buildings**, v. 143, p. 25–34, 2017.

BRASIL. Ministério de Estado das Cidades. Portaria n. 325, de 7 de julho de 2011. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, DF, 21 jul. 2011. Seção 1, p. 57.

BRASIL. Ministério de Estado das Cidades. Portaria n. 158, de 6 de maio de 2016. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, DF, 09 mai. 2016. Seção 1, p. 107.

BRASIL. Ministério de Estado das Cidades. Portaria n. 643, de 13 de novembro de 2017. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, DF, 14 nov. 2017. Seção 1, p. 54.

BRASIL. Fala.BR - Plataforma Integrada de Ouvidoria e Acesso á Informação. **Consultar manifestação no 59016.001535/2020-23**. 2020a. Disponível em:

<https://falabr.cgu.gov.br/publico/Manifestacao/DetailharManifestacaoPublico>. Acesso em 19 out. 2020.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. **Pedido 59017000529202049 – Dados do Programa Minha Casa, Minha Vida - Teresina/PI - Posição: 30 abr 2020 (planilha excel)**. 2020b. Disponível em: <http://www.consultaesic.cgu.gov.br/busca>. Acesso em 11 jun 2020.

BRASIL. **Sistema de Gerenciamento da Habitação**. 2021a. Disponível em: <http://sishab.mdr.gov.br/>. Acesso em: 6 dez. 2021.

BRASIL. Portal de compras do Governo Federal. **Consultas**. 2021b. Disponível em: <https://www.gov.br/compras/pt-br/assuntos/consultas-1/capa-consulta>. Acesso em: 15 jan. 2021.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. **Programa Casa Verde e Amarela**. 2021c. Disponível em: <https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/habitacao/casa-verde-e-amarela>. Acesso em: 14 maio 2021.

BRASIL. Fala.BR - Plataforma Integrada de Ouvidoria e Acesso á Informação. **Consultar manifestação nº 48008.000004/2022-68**. 2022a. Disponível em: <https://falabr.cgu.gov.br/publico/Manifestacao/DetailharManifestacaoPublico>. Acesso em 26 jan. 2022.

BRASIL. Lei nº 14.300, de 06 de janeiro de 2022b. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, DF, 07 jan. 2022. Seção 1, p. 4.

CAIXA, Caixa Economica Federal. **Manual do Sistema de Cadastro Único**. p. 247, 2021.

GOMES, C. A.. Pobreza energética: uma nova espécie de pobreza? **Revista Esmat**, v. 10, n. 15, p. 211-228, 2018.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua Anual - PNADC/A**. 2022a. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pnadca/tabelas>. Acesso em: 9 fev. 2022.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Portal do IBGE. **Inflação**. 2022b. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/inflacao.php>. Acesso em: 19 fev. 2022.

LEE, J.; SHEPLEY, M. M. C.. Benefits of solar photovoltaic systems for low-income families in social housing of Korea: Renewable energy applications as solutions to energy poverty. **Journal of Building Engineering**, v. 28, n. 101016, 2020.

MACIEL, L. S. B.; BONATTO, B. D.; ARANGO, H.; ARANGO, L. G.. Evaluating Public Policies for Fair Social Tariffs of Electricity in Brazil by Using an Economic Market Model. **Energies**, v. 13, n. 4811, p. 1–20, 2020.

MARTÍN-CONSUEGRA, F.; HERNÁNDEZ-AJA, A.; OTEIZA, I., ALONSO, C. Distribución de la pobreza energética en la ciudad de Madrid (España). **Eure**, v. 45, n. 135, p. 133-152, 2019.

- OKUSHIMA, S.. Gauging energy poverty: A multidimensional approach. **Energy**, v. 137, p. 1159-1166, 2017.
- PAPADA, L.; KALIAMPAKOS, D. Measuring energy poverty in Greece. **Energy Policy**, v. 94, p. 157–165, 2016.
- PEREIRA, E. B.; MARTINS, F. R.; GONÇALVES, A. R.; COSTA, R. S.; LIMA, F. J. L.; RÜTHER, R.; ABREU, S. L.; TIEPOLO, G. M.; PEREIRA, S. V.; SOUZA, J. G. **Atlas Brasileiro de Energia Solar**. 2^a ed. São José dos Campos: INPE, 2017.
- PIAI, J. C.; GOMES, R. D. M.; JANNUZZI, G. M.. Integrated resources planning as a tool to address energy poverty in Brazil. **Energy & Buildings**, v. 214, n. 109817, 2020.
- PINTO, J. T. M.; AMARAL, K. J.; JANISSEK, P. R. Deployment of photovoltaics in Brazil: Scenarios, perspectives and policies for low-income housing. **Solar Energy**, v. 133, p. 73–84, 2016.
- PITT, J.; NOLDEN, C. Post-Subsidy Solar PV Business Models to Tackle Fuel Poverty in Multi-Occupancy Social Housing. **Energies**, v. 13, n. 4852, 2020..
- SADATH, A. C.; ACHARYA, R. H. Assessing the extent and intensity of energy poverty using Multidimensional Energy Poverty Index: Empirical evidence from households in India. **Energy Policy**, v. 102, p. 540–548, 2017.
- SANTILLÁN, O. S.; CEDANO, K. G.; MARTÍNEZ, M. Analysis of energy poverty in 7 Latin American countries using multidimensional energy poverty index. **Energies**, v. 13, n. 1608, 2020.
- SILVA, J. J.; BRUNO, M. A. P.; SILVA, D. B. N.. Pobreza multidimensional no Brasil: uma análise do período 2004-2015. **Revista de Economia Política**, v. 40, n. 1, p. 138-160, 2020.
- SOKOŁOWSKI, J.; LEWANDOWSKI, P.; KIEŁCZEWSKA, A.; BOUZAROVSKI, S. A multidimensional index to measure energy poverty: the Polish case. **Energy Sources, Part B: Economics, Planning and Policy**, v. 15, n. 2, p. 92–112, 2020.
- STRASSER, H.. Implementation of Energy Strategies in Communities —From Pilot Project in Salzburg, Austria, to Urban Strategy. **ASHRAE Transactions**, v. 121, p. 176-184, 2015.
- THEMA, J.; VONDUNG, F.. **EPOV Indicator Dashboard: Methodology Guidebook**. Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie gGmbH, 2020.
- VILLAREAL, M. J. C.; MOREIRA, J. M. L. Household consumption of electricity in Brazil between 1985 and 2013. **Energy Policy**, v. 96, p. 251-259, 2016.
- ZHAO, D.; MCCOY, A. P.; DU, J.; AGEE, P.; LU, Y.. Interaction effects of building technology and resident behavior on energy consumption in residential buildings. **Energy and Buildings**, v. 134, p. 223-233, 2017.

8 CONCLUSÃO

A moradia é um direito social fundamental e deve ser foco de políticas públicas, garantindo a edificação em si, com a devida integração à cidade e o acesso a insumos necessários ao bem-estar da população, como a energia elétrica. Ao analisar como o Programa Minha Casa Minha Vida, principal ferramenta de promoção habitacional da década de 2010, buscou garantir este direito social, este estudo teve seus objetivos atendidos e suas hipóteses validadas.

Desde 1930, quando o governo brasileiro assumiu a responsabilidade da promoção de habitações de interesse social, as políticas e programas implantados no país evoluíram, reduzindo as medidas clientelistas e retirando a parcela mais abastada da população de seu público alvo. Entretanto, ao invés de combater, reforçaram a segregação socioespacial, com a instalação das famílias de menor renda em locais carentes de infraestrutura e afastados das oportunidades de emprego e renda.

O Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV), ferramenta do governo federal para promoção habitacional, entre 2009 e 2020, inovou ao conceder benefícios inversamente proporcionais à renda familiar, mas repetiu as políticas públicas anteriores ao não considerar, em suas ações, as famílias de baixa renda como foco principal, apesar de serem a parcela da população com maior dificuldade de adquirir imóveis pelo mercado formal. Mesmo não estando mais vigente, os erros e acertos da execução deste programa podem orientar as medidas previstas em seu sucessor, o Programa Casa Verde e Amarela, visando promover habitações sociais que contribuam para mitigar as desigualdades sociais.

Além da quantidade, a qualidade da habitação precisa ser considerada, por meio, por exemplo, da localização dos empreendimentos onde as famílias possam usufruir mais da cidade. Ao invés de bairros-dormitórios, as políticas poderiam estimular a adoção de terrenos para habitações sociais em áreas com infraestrutura já consolidada, como os centros comerciais das cidades ou os vazios urbanos, que tanto foram beneficiados com a especulação imobiliária resultante dos empreendimentos promovidos com recursos públicos.

Outrossim, no intuito de minimizar a segregação reforçada pelas políticas públicas, devem ser direcionadas ações para as famílias que já receberam habitações sociais. Em Teresina, verificou-se que os empreendimentos, além de localizados distantes do centro comercial da cidade, estão em bairros com baixo desenvolvimento econômico, ou seja, poucas ofertas de emprego, lazer e renda para a população. Além de melhorar a infraestrutura, estimular o empreendedorismo e a implantação de unidades educacionais nessas regiões pode

contribuir com a melhoria do acesso aos benefícios urbanos e o sentimento de pertencimento das comunidades àquele local, além de reduzir a necessidade de deslocamento das pessoas pela cidade.

As edificações habitacionais em si também precisam ser melhoradas, visando maior conforto para as famílias, e uma das formas é a adoção de fontes renováveis de energia compatíveis com a realidade de cada local, as quais contribuiriam, ainda, com o acesso à energia, que também é um direito da população. O PMCMV previu a instalação de fontes alternativas de energia nos imóveis contratados, com a forte preferência para os Sistemas de Aquecimento Solar (SAS). Este foi, então, o tipo de fonte mais adotado na execução do programa, mesmo nas regiões mais quentes do país, como a região Nordeste, onde os Sistemas Fotovoltaicos (SFV) seriam mais compatíveis com as necessidades locais.

Embora seja uma tecnologia mais cara, foi verificada a viabilidade econômica do SFV em habitações de interesse social, tanto para os moradores quanto para o governo, principal investidor destes imóveis, além de uma contribuição significativa da redução das emissões de dióxido de carbono resultante da geração elétrica brasileira. Os resultados refletiram a aplicação nas habitações já contratadas pelo PMCMV, valores que poderiam ser ainda maiores se considerada a implantação nas habitações sociais a partir da etapa de projeto. Esta pesquisa visa estimular uma iniciativa governamental para esta implantação pós-entrega dos imóveis, a fim de melhorar as habitações sociais já construídas e contribuir com a melhoria da qualidade de vida da população beneficiada pelo PMCMV, após o fim da execução deste programa.

A adoção de geração distribuída nas habitações de interesse social brasileiras contribuiria, ainda, com a redução dos impactos ambientais provenientes da geração elétrica tradicional, ao ampliar o uso de uma fonte que não emite dióxidos de carbono em sua operação. Os SFV nesses imóveis poderiam, além de melhorar o acesso à energia elétrica dos beneficiados pelo PMCMV, incentivar a expansão do uso destes sistemas solares em outras edificações, o desenvolvimento de tecnologias mais eficientes e baratas, contribuindo com a diversificação da matriz elétrica brasileira.

Acredita-se que o uso de sistemas fotovoltaicos em habitações sociais deve ser estimulado nas políticas habitacionais brasileiras, devendo ser colocado como obrigatório na região Nordeste, em detrimento da condição opcional existente na legislação. O Programa Casa Verde e Amarela ainda não possui regulamentação com parâmetros referentes à adoção de fontes renováveis de energia, a qual deve ser promovida visando à utilização de sistemas

solares de acordo com a necessidade local, contribuindo tanto econômica como ambientalmente para o país, enquanto aproveita o alto potencial de irradiação solar nacional.

Outrossim, a adoção de SFV nas habitações de interesse social permitiria uma redução das despesas das famílias com eletricidade, mitigando as desigualdades sociais e impactando nos níveis de pobreza energética existentes no Brasil, onde essa pobreza ainda pouco discutida e precisa ser melhor mensurada e combatida. Esta pesquisa vem a contribuir cientificamente ao apresentar passos iniciais para a identificação e combate à pobreza energética no Brasil, e constatando a situação de pobreza energética apenas para o grupo nordestino de famílias de baixa renda beneficiadas pelo PMCMV, enquanto a análise em nível nacional apontou que as famílias estão bem próximas ao limite dessa pobreza.

Esta pesquisa trouxe uma visão sobre a aplicação de recursos no PMCMV, demonstrando diferença na produtividade dos imóveis ao longo do tempo e pelo país. Sugere-se novos estudos que considerem os parâmetros adotados na política habitacional vigente e que identifiquem como otimizar a aplicação dos investimentos públicos em cada região. Para tanto, pode ser feito o mapeamento das tipologias de melhor custo-benefício em cada local, que considerem tanto o fator econômico, quanto social e ambiental, visando contribuir com o aumento da produção pública habitacional, ao permitir mais construções com menos dinheiro aplicado.

Cabe lembrar, ainda, que os custos de aquisição dos sistemas de energia solar fotovoltaicos considerados nesta pesquisa foram estimados com base em uma contratação para uma instituição federal de ensino do Piauí, em 2020, pois não foi registrada contratação destes equipamentos para o Piauí. Novas pesquisas podem calcular a viabilidade a partir de orçamentos direcionados a adoção de SFV em residências populares, permitindo uma comparação com os números encontrados nesta pesquisa.

Outro ponto a ser considerado nessas pesquisas é o retorno financeiro para os mutuários com base na lei nº 14.300/2022, a partir da qual o crédito por energia excedente dos sistemas de geração distribuída é diferente do estabelecido na Resolução nº 482/2012-ANEEL, adotada nesta pesquisa, por ser a legislação vigente na janela temporal escolhida para esta tese. As determinações desta nova legislação devem impactar na viabilidade econômica destes sistemas, ao prever, ainda, financiamento de SFV para famílias de baixa renda com recursos da política energética nacional.

A pobreza energética também deve ser foco de novos estudos, e pode ser calculada por família, identificando os diferentes níveis deste tipo de pobreza na população do país, Nordeste e Piauí, detalhando os dados desta pesquisa, que estimou a pobreza do grupo de

famílias beneficiadas pelo PMCMCV em cada uma dessas esferas geográficas. O Censo Demográfico ou pesquisas com entrevistas direcionadas permitiriam resultados mais individualizados e sua comparação com os dados de outros países, como os apontados no Observatório Europeu de Pobreza Energética. Sobretudo, identificaria os grupos mais vulneráveis dentre as famílias beneficiadas pela política habitacional, e que devem ser foco inicial das políticas públicas voltadas a combater este problema.

Ademais, o sistema adotado no estudo de pobreza energética foi apenas o do cenário de consumo previsto na legislação do PMCMV, enquanto os outros quatro cenários considerados nesta tese para dimensionamento de SFV, assim como os parâmetros definidos para o Programa Casa Verde e Amarela, também podem ser analisados futuramente, corroborando, ou não, com os resultados aqui encontrados.

Por fim, nesta tese, foi possível demonstrar que, embora o PMCMV não tenha promovido a inclusão social por meio da localização dos empreendimentos, sua legislação previu o uso de sistemas de energia solar fotovoltaicos, que, se tivessem sido instalados nas habitações de interesse social, teriam contribuído, de modo viável econômica e ambientalmente, com o acesso à energia elétrica confiável para famílias de baixa renda, reduzindo os seus níveis de pobreza energética. Na busca pelo desenvolvimento sustentável, as soluções aqui apontadas conseguiram reunir benefícios sociais, econômicos e ambientais em volta desta tecnologia que está avançando no Brasil e pode, sim, ser usufruída por todos.

REFERÊNCIAS

- ALENCAR, A. K. B.. A política habitacional no Brasil: o espaço da produção social do habitat. In: ARCOVERDE, A. C. B. (org.). **Avaliação de Políticas Públicas em múltiplos olhares e diferentes práxis**. 23. ed. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2014. p. 255–274.
- ALMEIDA, S. S. de; ARAÚJO, C. P. de. Moradia no Século XXI: ativo financeiro ou direito social?. **Revista de Políticas Públicas**, v. 24, n. 2, p. 839-857, 2020.
- ALVARENGA, D. DAS N.; RESCHILIAN, P. R. Financeirização da moradia e segregação socioespacial: Minha Casa, Minha Vida em São José dos Campos, Taubaté e Jacareí/SP. **urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana**, Curitiba, v. 10, n. 3, p. 473–484, 2018.
- ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica. Resolução Normativa n. 414, de 09 de setembro de 2010. **Diário Oficial da União**, Ministério de Minas e Energia, Brasília, DF, 15 set. 2010, Seção 1.
- ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica. Resolução Normativa n. 482, de 17 de abril de 2012. **Diário Oficial da União**, Ministério de Minas e Energia, Brasília, DF, 19 abr. 2012, Seção 1.
- ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica. Resolução Normativa n. 687, de 24 de novembro de 2015. **Diário Oficial da União**, Ministério de Minas e Energia, Brasília, DF, 02 dez. 2015, Seção 1.
- ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica. Resolução homologatória n. 2.811, de 24 de novembro de 2020. **Diário Oficial da União**, Ministério de Minas e Energia, Brasília, DF, 01 dez. 2020, Seção 1, p. 26.
- ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica. **Tarifas**. 2021. Disponível em: <https://www.aneel.gov.br/luz-na-tarifa>. Acesso em: 11 jan. 2022.
- ARAVECCHIA-BOTAS, N. Habitação pública e modernização capitalista: uma relação dialética entre fontes de pesquisa e procedimentos de análise. **Anais do Museu Paulista: História e Cultura Material**, v. 24, n. 3, p. 177–198, 2016.
- BALBIM, R.; KRAUSE, C. Produção social da moradia: um olhar sobre o planejamento da Habitação de Interesse Social no Brasil. **Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais**, v. 16, n. 1, p. 189–201, 2014.
- BANCO MUNDIAL. Acesso à eletricidade (% da população). **Dados**. 2021. Disponível em: <https://datos.bancomundial.org/indicador/EG.ELC.ACCS.ZS>. Acesso em: 15 jun. 2021.
- BARUCH-MORDO, S.; KIESECKER, J. M.; KENNEDY, C. M.; OAKLEAF, J. R.; OPPERMAN, J. J. From Paris to practice: sustainable implementation of renewable energy goals. **Environmental Research Letters**, v. 14, n. 024013, 2019.
- BEDNAR, D. J.; REAMES, T. G.; KEOLEIAN, G. A. The intersection of energy and justice: Modeling the spatial, racial/ethnic and socioeconomic patterns of urban residential heating consumption and efficiency in Detroit, Michigan. **Energy and Buildings**, v. 143, p. 25–34, 2017.

BESSA, V. M. T.; PRADO, R. T. A. Reduction of carbon dioxide emissions by solar water heating systems and passive technologies in social housing, **Energy Policy**, v. 83, p. 138–150, 2015.

BIANCHI, A.; GINELLI, E. The social dimension in energy landscapes - The elements for the comprehension of the social aspects connected to the energy/landscape systems relation: cultural consensus for the localization of energy systems and system acceptability. **City, Territory and Architecture**, v. 5, n. 9, 2018.

BONDUKI, N. G.. Origens da habitação social no Brasil. **Análise Social**, v. 29, n. 127, p. 711–732, 1994.

BONDUKI, N. G.. La nueva política nacional de vivienda en Brasil: Desafíos y limitaciones. **Revista de Ingeniería**, v. 35, p. 88–94, 2011.

BONDUKI, N. G.. **Os pioneiros da habitação social - Cem anos de política pública no Brasil**. São Paulo: Ed. UNESP/ Edições SESC, 2014.

BONIFÁCIO, M. I. G. C.; LIMA, R. B. de; VALE, L. G. do. A Corte portuguesa no Brasil : o sistema de aposentadorias nas tramas da História e do jornal Correio Braziliense (1808-1821). **Anais de História de Além-Mar XIX**, v. 1, p. 163–188, 2018.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, 1988.

BRASIL. Constituição (1988). Emenda Constitucional nº 26, de 14 de fevereiro de 2000. **Lex: legislação federal**, Brasília, 2000.

BRASIL. Emenda Constitucional n. 26, de 14 de fevereiro de 2000. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, DF, 15 fev 2000. Seção 1, p. 1.

BRASIL. Lei nº 10.188, de 12 de fevereiro de 2001. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, DF, 14 fev. 2001. Seção 1, p. 4.

BRASIL. Lei nº 11.124, de 16 de junho de 2005. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, DF, 17 jun. 2005. Seção 1.

BRASIL. Lei nº 11.977, de 07 de julho de 2009. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, DF, 08 jul. 2009. Seção 1, p. 2.

BRASIL. Ministério de Estado das Cidades. Portaria n. 325, de 7 de julho de 2011. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, DF, 21 jul. 2011. Seção 1, p. 57.

BRASIL. Ministério de Estado das Cidades. Resolução recomendada nº 135, de 02 de março de 2012. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, DF, 11 set. 2012. Seção 1, p. 45.

BRASIL. Ministério de Estado das Cidades. Instrução Normativa n. 25, de 28 de setembro de 2016. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, DF, 29 set 2016 (capítulo 5). Seção 1, p. 701.

BRASIL. Ministério de Estado das Cidades. Portaria n. 158, de 6 de maio de 2016. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, DF, 09 mai. 2016 (introdução, capítulo 6 e

capítulo 7). Seção 1, p. 107.

BRASIL. Ministério de Estado das Cidades. Portaria n. 269, de 22 de março de 2017a. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, DF, 24 mar. 2017. Seção 1, p. 119.

BRASIL. Ministério de Estado das Cidades. Portaria n. 643, de 13 de novembro de 2017. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, DF, 14 nov. 2017b. Seção 1, p. 54.

BRASIL. Fala.BR - Plataforma Integrada de Ouvidoria e Acesso á Informação. **Consultar manifestação nº 59016.001535/2020-23**. 2020a (Capítulo 6 e 7). Disponível em: <https://falabr.cgu.gov.br/publico/Manifestacao/DetailarManifestacaoPublico>. Acesso em 19 out. 2020.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. **Pedido 59017000529202049 - Dados do Programa Minha Casa, Minha Vida - Teresina/PI - Posição: 30 abr 2020 (planilha excel)**. 2020a (Capítulo 5); 2020b (Capítulo 7). Disponível em: <http://www.consultaesic.cgu.gov.br/busca>. Acesso em 11 jun 2020.

BRASIL. Portal do Ministério do Desenvolvimento Regional. **Programa Minha Casa Minha Vida**. 2020b (Capítulo 5); 2020d. Disponível em: <https://www.mdr.gov.br/habitacao/programa-minha-casa-minha-vida-pmcmv>. Acesso em: 14 jun 2020.

BRASIL. Sistema de Informação ao Cidadão. **Atualização de dados sobre empreendimentos do Programa Minha Casa Minha Vida em Teresina-PI - Pedido 59017000529202049**. 2020c (Capítulo 5); 2020b (Capítulo 6); 2020f. Disponível em: <http://www.consultaesic.cgu.gov.br/busca>. Acesso em: 11 jun 2020.

BRASIL. Lei nº 14.118, de 12 de janeiro de 2021. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, DF, 13 jan. 2021a (Introdução e Capítulo 4). Seção 1, p. 1.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Portaria nº 959, de 18 de maio de 2021. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, DF, 19 maio 2021b (Capítulo 4). Seção 1, p. 155.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Programa Casa Verde e Amarela completa um ano com avanços no combate ao déficit habitacional. **Ministério do Desenvolvimento Regional**. 2021c (Capítulo 4). Disponível em: <https://www.gov.br/mdr/pt-br/noticias/programa-casa-verde-e-amarela-completa-um-ano-com-avancos-no-combate-ao-deficit-habitacional>. Acesso em: 01 out. 2021.

BRASIL. Portal de Compras do Governo Federal. **Consultas**. 2021b (Capítulo 6 e 7). Disponível em: <https://www.gov.br/compras/pt-br/assuntos/consultas-1/capa-consulta>. Acesso em 15 jan. 2021.

BRASIL. Sistema de Gerenciamento da Habitação. **Sistema de Gerenciamento da Habitação**. 2021b (Introdução); 2021d (Capítulo 4); 2021 (Capítulo 5); 2021c (capítulo 6); 2021a (Capítulo 7). Disponível em: <http://sishab.mdr.gov.br/>. Acesso em 19 fev. 2021 e em 06 dez. 2021.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Plano Decenal de Expansão de Energia 2030**. Brasília, DF: EPE, 2021c (Capítulo 3).

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. **Programa Casa Verde e Amarela**. 2021c. Disponível em: <https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/habitacao/casa-verde-e-amarela>. Acesso em: 14 maio. 2021.

BRASIL. Fala.BR - Plataforma Integrada de Ouvidoria e Acesso à Informação. **Consultar manifestação nº 48008.000004/2022-68**. 2022a. Disponível em: <https://falabr.cgu.gov.br/publico/Manifestacao/DetailharManifestacaoPublico>. Acesso em 26 jan. 2022.

BRASIL. Lei nº 14.300, de 06 de janeiro de 2022b. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, DF, 07 jan. 2022. Seção 1, p. 4.

BUONFIGLIO, L. V.. Habitação de Interesse Social. **Mercator**, v. 17, p. 1–16, 2018.

CAIXA, Caixa Economica Federal. **Manual do Sistema de Cadastro Único**. p. 247, 2021.

CALDERÓN, J.; HEPP, P. Modelos de arriendo en viviendas estatales: revisión de políticas habitacionales de Chile, Inglaterra, Estados Unidos y Francia. **Revista CIS**, v. 26, p. 35–53, 2019.

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**. v. 71, p. 712–719, 2017.

CAMPOS, R. B. A.; GUILHOTO, J. J. M. The socioeconomic impact of low-income housing programs: An interregional input-output model for the state of Sao Paulo and the rest of Brazil. **Habitat International**, v. 65, p. 59–69, 2017.

CANTARINO, J.; NETTO, V. M. Urban diversity and transformation: Public housing and the ‘hidden morphology of the plots. In: Proceedings of 11th International Space Syntax Symposium. **Anais [...]**. Lisboa: Instituto Superior Técnico, University of Lisbon, p. 53.1-53.15, 2017.

CARVALHO, A. A. V.; MEDEIROS, V. A. S. O papel do programa Minha Casa, Minha Vida no processo de construção das cidades: a perspectiva configuracional. **urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana**, Curitiba, v.9, n. suppl 1, p. 396–407, 2017.

CAVALCANTE, H. P. M. O acesso à energia elétrica no Brasil sob a ótica do desenvolvimento como liberdade. **Revista de Direito Econômico e Socioambiental**, v. 4, n. 2, p. 58–86, 2013.

CRUZ, I. C. de S.; ESPINDOLA, G. M. de; CARNEIRO, E. L. N. da C. Três décadas de expansão urbana e concentração populacional em Teresina, Piauí, Brasil. **Revista Espacios**, v. 37, n. 24, p. 3–13, 2016.

CUCCHIELLA, F., D’ADAMO, I., GASTALDI, M.. Economic Analysis of a Photovoltaic System: A Resource for Residential Households. **Energies**, v. 10, n. 814, p. 1–15, 2017.

CUNHA, T. A.; SILVA, M. S. Evidências de imprecisão nas políticas habitacionais brasileiras: o caso de São Paulo. **urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana**, Curitiba, v. 10, n. 1, p. 52–71, 2018.

CURSINO, A.; SOUZA, B. **Linha de base e estudo exploratório para redução de emissões de gases de efeito estufa no setor de habitação no Brasil (Relatório técnico)** - Projeto Eficiência Energética para o Desenvolvimento Urbano Sustentável (EEDUS). Brasília: Ministério do Desenvolvimento Regional, Secretaria Nacional de Habitação, 2019.

DANERI, M. E. R. Vínculos entre la política de incentivo a la demanda de tierra y vivienda e integración urbana en áreas de crecimiento urbano extensivo. El caso del PRO.CRE.AR en La Plata. **Cadernos Metrópole**, v. 18, n. 35, p. 53–74, 2016.

DAY, R.; WALKER, G.; SIMCOCK, N. Conceptualising energy use and energy poverty using a capabilities framework. **Energy Policy**, v. 93, p. 255–264, 2016.

DEBARBA, A. L.; MENIN, D.; CHAVES, J. E.; PIROCA, M.; KUNZLER, R. J.; DINIZ, R. R. Desenvolvimento das políticas públicas de habitação como direito humano fundamental. **Revista Interativa**, v. 3, p. 1–14, 2017.

DOGAN, E.; SEKER, F. Determinants of CO 2 emissions in the European Union: The role of renewable and non-renewable energy. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 94, p. 429–439, 2016.

DRAIBE, S. As políticas sociais brasileiras: diagnósticos e perspectivas. In: **Para a década de 90: prioridades e perspectivas de políticas públicas**. 4. ed. Brasília: IPEA/IPLAN, 1990.

EDWARDS, G. A. S.; BULKELEY, H. Urban political ecologies of housing and climate change: The “Coolest Block” Contest in Philadelphia. **Urban Studies Journal Limited**, v. 54, n. 5, p. 1126–1141, 2017.

ELETROBRAS. Programa Nacional de Conservação de Energia e Eficiência Energética. **Pesquisa de posse e hábitos de uso de equipamentos elétricos na classe residencial**. 2019 Disponível em: <https://eletrobras.com/pt/Paginas/PPH-2019.aspx>. Acesso em: 08 dez. 2020.

EPE, Empresa de Pesquisa Energética. **Balço Energético Nacional 50 anos: cinquenta anos de estatísticas energéticas**. Rio de Janeiro: Empresa de Pesquisa Energética, 2020a.

EPE, Empresa de Pesquisa Energética. **Brazilian Energy Balance 2020**. Rio de Janeiro: EPE, 2020b

ESPINDOLA, G. M. de; CARNEIRO, E. L. N. da C.; FAÇANHA, A. C. Four decades of urban sprawl and population growth in Teresina, Brazil. **Applied Geography**, v. 79, p. 73–83, fev. 2017.

FAÇANHA, A. C. A evolução urbana de Teresina: passado, presente e **Carta CEPRO**. Teresina: Fundação CEPRO, p. 59–69. 2003

FERREIRA, G. G.; CALMON, P.; FERNANDES, A. S. A.; ARAÚJO, S. M. V. G. de. Política habitacional no Brasil: uma análise das coalizões de defesa do Sistema Nacional de Habitação de Interesse Social versus o Programa Minha Casa, Minha Vida. **urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 11, p. 1–15, 2019.

FGV. Fundação Getúlio Vargas. **Políticas permanentes de habitação**. Fundação Getúlio Vargas, 2014. Disponível em: http://www.cbic.org.br/migracao/sites/default/files/Estudo_FGV_-_MCMV_1.pdf. Acesso em: 13 nov 2017.

FIESP. Sistema de geração de energia solar fotovoltaica será incorporado ao Programa Minha Casa Minha Vida. **Federação das Indústrias do Estado de São Paulo**. 2017. Disponível em: <http://www.fiesp.com.br/noticias/sistema-de-geracao-de-energia-solar-fotovoltaica-sera-incorporado-ao-programaminha-%0Acasa-minha-vida>. Acesso em: 10 nov. 2017.

FJP. Fundação João Pinheiro. **Série temporal_Déficit Habitacional 2007-2015 (planilha excel)**. Belo Horizonte: Fundação João Pinheiro, 2019. Disponível em: <http://novosite.fjp.mg.gov.br/deficit-habitacional-no-brasil/> Acesso em: 13 abr 2020.

FJP, Fundação João Pinheiro. **Déficit habitacional no Brail - 2016-2019**. Belo Horizonte: Fundação João Pinheiro, 2021.

FORD, M. Powering a modern life? Residents' experiences of the electricity supply in Tanjung Pinang. **Bulletin of Indonesian Economic Studies**, v. 54, n. 3, p. 363–385, 2018.

FRISCH, C.; DONOHOO-VALLETT, P.; MURPHY, C.; HODSON, E.; HORNER, N. An electrified nation: A review of study scenarios and future analysis needs for the United States. **IEEE Power and Energy Magazine**, v. 16, n. 4, p. 90–98, 2018.

GARZA, I. M.. Vivienda social en México. Un análisis de la situación actual y el que hacer del arquitecto contemporáneo. **Seguimiento de la inserción del egresado en el ejercicio de la profesión**, México, 2017. p. 99–104.

GATICA, Y. C.; ALA-LOUKO, V.; LABBÉ, G. Acceso exclusionario y racista a la vivienda formal e informal en las áreas centrales de Santiago e Iquique. **Polis [Online]**, n. 42, 2015.

GIBSON, L.; WILMAN, E. N.; LAURANCE, W. F. How Green is “Green” Energy?. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 32, n. 12, p. 922–935, 2017.

GOMES, C. A. Pobreza energética: uma nova espécie de pobreza?. **Revista Esmat**, v. 10, n. 15, p. 211–228, 2018.

GONZÁLEZ-EGUINO, M. Energy poverty: An overview. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 47, p. 377–385, 2015.

GRANDI, M. da S.; ALMEIDA, R. G. de; MOREIRA, M. F. Habitação Social e mobilizações por moradias no Brasil – Quadro geral e atualidades. In: Working Paper Series Contested _ Cities. **Anais [...]**, 2016.

HEFFRON, R.; HALBRÜGGE, S.; KORNER, M.; OBENG-DARKO, N. A SUMARNO, T.; WAGNER, J.; WEIBELZAHN, M. Justice in solar energy development. **Solar Energy**, v. 218, p. 68-75, 2021.

HENRIQUES, S. T.; OROWIECKI, K. J. The drivers of long-run CO 2 emissions in Europe, North America and Japan since 1800. **Energy Policy**, v. 101, p. 537–549, 2017.

HUCHZERMAYER, M.; MISSELWITZ, P. Coproducing inclusive cities ? Addressing knowledge gaps and conflicting rationalities between self-provisioned housing and state-led housing programmes. **Current Opinion in Environmental Sustainability**, v. 20, p. 73-79, 2016.

HUNT, J. D.; STILPEN, D.; FREITAS, M. A. V. de. A review of the causes, impacts and solutions for electricity supply crises in Brazil. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 88, p. 208–222, 2018.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Município Teresina - Panorama. **Portal Cidades@**. 2021. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pi/teresina/panorama>. Acesso em: 7 mai. 2021.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua Anual - PNADC/A**. 2022a. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pnadca/tabelas>. Acesso em: 9 fev. 2022.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Portal do IBGE. **Inflação**. 2022b. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/inflacao.php>. Acesso em: 19 fev. 2022.

IEA, International Energy Agency. **Key World Energy Statistics 2021 - Statistics report**. Paris, 2021.

IEA, International Energy Agency. **Levelized Cost of Electricity Calculator - Brazil**. 2021 (capítulo 6). Disponível em: <https://www.iea.org/articles/levelised-cost-of-electricity-calculator>. Acesso em: 25 fev. 2021.

ISSA, I. (Coord.); SCHINAZI, A.; FERRONATO, B.; FAVILLA, M.; BRIANTI, L.; ROSSI, P. **Evolução Normativa do PMCMV relativa a aspectos de Eficiência Energética (relatório final)**. Mitsidi Projetos. 2019.

ITO, K. CO₂ emissions, renewable and non-renewable energy consumption, and economic growth: Evidence from panel data for developing countries. **International Economics journal**, v. 151, p. 1-6, 2017.

JANNUZZI, G. D. M.; GOLDEMBERG, J. Has the situation of the “have-nots” improved?. **Wiley Interdisciplinary Reviews: Energy and Environment**, v. 1, n. 1, p. 41–50, 2012.

JEBLI, M. B.; YOUSSEF, S. B.; OZTURK, I. Testing environmental Kuznets curve hypothesis: The role of renewable and non-renewable energy consumption and trade in OECD countries. **Ecological Indicators**, v. 60, p. 824–831, 2016.

KOURY, A. P. Modern housing estates and the production of the Brazilian city (1937–1960). **Planning Perspectives**, p. 1–31, 2019.

LACCHINI, C.; ANTONIOLLI, A.; RÜTHER, R. The influence of different irradiation databases on the assessment of the return of capital invested in residential PV systems installed in different locations of the Brazilian territory. **Solar Energy**, v. 155, p. 893-901, 2017.

LEE, J.; SHEPLEY, M. M. Benefits of solar photovoltaic systems for low-income families in social housing of Korea: Renewable energy applications as solutions to energy poverty. **Journal of Building Engineering**, v. 28, 2020.

LEITE, A. C. S.; OLIVEIRA, L. M. M.; SILVA, B. B.; MONTENEGRO, S. M. G. L.; BEZERRA, U. A. Spatial Temporal Change of Land Use and Cover and Estimation of Soil

Surface Temperature in the Municipality of Teresina – Piauí, Brazil. **Anuário do Instituto de Geociências - UFRJ**, v. 42, n. 3, p. 42–51, 2019.

LIMA, A. J. O Programa Minha Casa Minha Vida, a segregação urbana e a reprodução de velhas práticas. **Argumentum**, v. 10, n. 3, p. 257–271, 2018.

LIMA, S. M. S. A.; LOPES, W. G. R.; FAÇANHA, A. C. A relação entre as áreas urbana e rural em cidades contemporâneas: Estudo em Teresina, Piauí, Brasil. **Revista Espacios**, v. 38, n. 24, p. 32–47, 2017.

LIMA, S. M. S. A.; LOPES, W. G. R.; FAÇANHA, A. C. Desafios do planejamento urbano na expansão das cidades: entre planos e realidade. **urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 11, 2019.

LIMA NETO, V. C.; KRAUSE, C.; FURTADO, B. A. **O deficit habitacional intrametropolitano e a localização de empreendimentos do Programa Minha Casa Minha Vida: mensurando possibilidades de atendimento**: Texto para discussão. Rio de Janeiro: IPEA, 2015.

MACIEL, L. S. B.; BONATTO, B. D.; ARANGO, H.; ARANGO, L. G.. Evaluating Public Policies for Fair Social Tariffs of Electricity in Brazil by Using an Economic Market Model. **Energies**, v. 13, n. 4811, p. 1–20, 2020.

MARICATO, E. Cidades no Brasil – Neo desenvolvimentismo ou crescimento periférico predatório? **Revista Política Social e Desenvolvimento**, v. 1, n. 1, p. 16–56, 2013.

MARICATO, E. Para entender a crise urbana. **CaderNAU-Cadernos do Núcleo de Análises Urbanas**, v. 8, n. 1, p. 11–22, 2015.

MARICATO, E. The Future of Global Peripheral Cities. **Latin American Perspectives**, v. 44, n. 2, p. 18–37, 2017.

MARRA, N.; MORILLE, B.; ASSIS, E. Influência da vegetação no conforto térmico em conjunto habitacional de interesse social. In: Encontro Latino-Americano de Conforto no Ambiente Construído, 10., 2017, Balneario Camboriú. **Anais [...]**. 2017. p. 711–720.

MARTÍN-CONSUEGRA, F.; HERNÁNDEZ-AJA, A.; OTEIZA, I., ALONSO, C. Distribución de la pobreza energética en la ciudad de Madrid (España). **Eure**, v. 45, n. 135, p. 133–152, 2019.

MEIRELLES, J. G. **A família real no Brasil: política e cotidiano (1808-1821)** [online]. São Bernardo do Campo: Editora UFABC, 2015.

MELO FILHO, J. M. M. de. Dinâmica Socioespacial Y Nuevas Configuraciones Territoriales: La Dinámica Urbana De La Ride - Grande Teresina. **Geosaberes**, v. 11, n. 2002, p. 395, 2020.

MELO, M. A. Anatomia do fracasso: intermediação de interesses e a reforma das políticas sociais na Nova República. **Dados - Revista de Ciências Sociais**, v. 36, n. 1, p. 119–163, 1993.

- MENDES, L. F. R.; SHEL, M. S.; LIMA, M. A. O crescimento da geração distribuída no contexto da crise hidroenergética na região Sudeste do Brasil: aspectos ambientais e socioeconômicos. **Revista Vértices**, v. 22, n. 3, p. 626–647, 2020.
- MORAIS, F.; MORAES, A.; BARBOSA, F. Technical-economic analysis of the first mini-generation photovoltaic system of Piauí, Brazil. **IEEE Latin America Transactions**, v. 17, n. 10, p. 1706–1714, 2019.
- MORO, M. F.; MENDONÇA, A. K.; BARNI, G. de A. C.; BORNIA, A. C. Transformação global da energia: a participação das energias renováveis na matriz elétrica das 50 maiores economias. **Mix Sustentável**, v. 5, n. 4, p. 115–123, 2019.
- MOSTEIRO-ROMERO, M.; KROGMANN, U.; WALLBAUM, H.; OSTERMEYER, Y.; SENICK, J. S.; ANDREWS, C. J. Relative importance of electricity sources and construction practices in residential buildings: A Swiss-US comparison of energy related life-cycle impacts. **Energy and Buildings**, v. 68, p. 620–631, 2014.
- MOURA, J. M. O Programa Minha Casa, Minha Vida na Região Metropolitana de Natal: uma análise espacial dos padrões de segregação e desterritorialização. **urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana**, Curitiba, v. 6, n. 3, p. 339–359, 2014.
- NADIMI, R.; TOKIMATSU, K. Modeling of quality of life in terms of energy and electricity consumption. **Applied Energy**, v. 212, p. 1282–1294, 2018.
- NAKABAYASHI, R. **Microgeração fotovoltaica no Brasil: viabilidade econômica**. São Paulo: USP, 2015.
- OKUSHIMA, S.. Gauging energy poverty: A multidimensional approach. **Energy**, v. 137, p. 1159–1166, 2017.
- OLIVEIRA, C. E.; AQUINO, C. M. S. de. Crescimento urbano e impactos sobre a cobertura vegetal no bairro Vale do Gavião - Teresina – PI – BR. **Revista da Casa da Geografia de Sobral (RCGS)**, v. 17, n. 2, p. 68–84, 2015.
- OZUGHALU, U. M.; OGWUMIKE, F. O. Extreme Energy Poverty Incidence and Determinants in Nigeria: A Multidimensional Approach. **Social Indicators Research**, v. 142, p. 997–1014, 2019.
- PAPADA, L.; KALIAMPAKOS, D. Measuring energy poverty in Greece. **Energy Policy**, v. 94, p. 157–165, 2016.
- PARRA, J. C. La nueva política habitacional en Chile, una mirada desde el acceso al transporte público. **Revista CIS**, n. 20, p. 49–85, 2016.
- PEREIRA, E. B.; MARTINS, F. R.; GONÇALVES, A. R.; COSTA, R. S.; LIMA, F. J. L.; RÜTHER, R.; ABREU, S. L.; TIEPOLO, G. M.; PEREIRA, S. V.; SOUZA, J. G. **Atlas Brasileiro de Energia Solar**. 2º ed. São José dos Campos: INPE, 2017.
- PIAI, J. C.; GOMES, R. D. M.; JANNUZZI, G. M.. Integrated resources planning as a tool to address energy poverty in Brazil. **Energy & Buildings**, v. 214, n. 109817, 2020.

PIAUI. Governo Estadual do Piauí. Piauí avança na produção de energia solar e é destaque na geração de energia limpa. **Energias Renováveis**. 2020. Disponível em: <https://www.pi.gov.br/noticias/piaui-avanca-na-producao-de-energia-solar-e-e-destaque-na-geracao-de-energia-limpa/>. Acesso em: 21 jun. 2021.

PINHO (ORG.), J. T.; GALDINO (ORG.), M. A. **Manual de engenharia pra sistemas fotovoltaicos**. Rio de Janeiro: CEPEL_CRESESB, 2014.

PINTO, J. T. M.; AMARAL, K. J.; JANISSEK, P. R. Deployment of photovoltaics in Brazil: Scenarios, perspectives and policies for low-income housing. **Solar Energy**, v. 133, p. 73–84, 2016.

PITT, J.; NOLDEN, C. Post-Subsidy Solar PV Business Models to Tackle Fuel Poverty in Multi-Occupancy Social Housing. **Energies**, v. 13, n. 4852, 2020.

PORTALBRASIL. **Índice Nacional de Custo da Construção do Mercado – INCC/DI**. 2020. Disponível em: https://www.portalbrasil.net/incc_di/. Acesso em: 1 jul 2020.

RAMOS, L. A.; DURANTE, L. C.; CALLEJAS, I. J. A. Geração de Eletricidade Abordando o Ciclo de Vida: Uma Revisão Sistemática sob a Ótica da Sustentabilidade Ambiental. **E&S Engineering and Science**, v. 6, n. 1, p. 14–28, 2017.

RANGEL, T. L. V. O Reconhecimento ao Acesso à Energia Elétrica como Direito de Segunda Dimensão. **Conteúdo Jurídico**, v. 1, p. 134–166, 2015.

RAZMILIC, S. Subsidio al arriendo: primeros resultados y pasos a seguir. **Propuestas de Política Pública**, n. 6. Santiago: Centro de Estudios Públicos (CEP), 2015.

REIS FILHO, A. A. dos; MOURA, A. C. Special zones of social interest using multicriteria analysis. **Mercator**, v. 15, n. 3, p. 67–84, 2016.

RIBAS, A.; LUCENA, A. F. P.; SCHAEFFER, R. Closing the energy divide in a climate-constrained world: A focus on the buildings sector. **Energy & Buildings**, v. 199, p. 264-274, 2019.

ROCHA, L. C. S.; AQUILA, G.; PAMPLONA, E. O.; PAIVA, A. P.; CHIEREGATTI, B. G.; LIMA, J. S. B. Photovoltaic electricity production in Brazil: A stochastic economic viability analysis for small systems in the face of net metering and tax incentives. **Journal of Cleaner Production**, v. 168, p. 1448–1462, 2017.

ROLNIK, R.; KLINK, J. Crescimento econômico e desenvolvimento urbano: por que nossas cidades continuam tão precárias? **Novos estudos CEBRAP [online]**, v. 89, p. 89–109, 2011.

ROLNIK, R.; PEREIRA, A. L. dos S.; MOREIRA, F. A.; ROYER, L. de O.; IACOVINI, R. F. G.; NISIDA, V. C.; LOPES, A. P. de O.; ROSSI, L. G. A. O Programa Minha Casa Minha Vida nas regiões metropolitanas de São Paulo e Campinas: aspectos socioespaciais e segregação. **Cadernos Metrópole**, v. 17, n. 33, p. 127–154, 2015.

ROMÉRO, M. A.; REIS, L. B. dos. **Eficiência energética em edifícios**. Barueri: Manole, 2012.

RUÁ, M. J.; GUADALAJARA, N. Using the building energy rating software for mathematically modelling operation costs in a simulated home. **International Journal of Computer Mathematics**, v. 93, n. 5, p. 797–806, 2016.

RUBIN, G. R.; BOLFE, S. A. O desenvolvimento da habitação social no Brasil. **Ciência e Natura**, v. 36, n. 2, p. 201–213, 2014.

SAAVEDRA, C. P. A.; CÁRDENAS, L. A. Barrios resilientes energéticamente en viviendas sociales: la reconstrucción post-incendio en el Cerro Las Cañas de Valparaíso. **Revista INVI**, v. 33, n. 92, p. 183–210, 2018.

SADATH, A. C.; ACHARYA, R. H. Assessing the extent and intensity of energy poverty using Multidimensional Energy Poverty Index: Empirical evidence from households in India. **Energy Policy**, v. 102, p. 540–548, 2017.

SANTILLÁN, O. S.; CEDANO, K. G.; MARTÍNEZ, M. Analysis of energy poverty in 7 Latin American countries using multidimensional energy poverty index. **Energies**, v. 13, n. 1608, 2020.

SANTOS, A. M. S. P.; DUARTE, S. M. Política habitacional no Brasil: uma nova abordagem para um velho problema. **Revista da Faculdade de Direito da UERJ**, v. 1, n. 18, p. 1–29, 2010.

SANTOS, B. M.; SILVA, H. M. Considerações sobre a dinâmica da construção habitacional: um destaque para a conjuntura política e econômica do Brasil. **Geographia Opportuno Tempore**, v. 2, n. 3, p. 17–30, 2016.

SANTOS, R. A.; OLIVEIRA, J.. Trigonometria Triangular Esférica. **RCT: Revista de Ciência e Tecnologia**, v. 4, n. 6, 2018.

SEN, A. **Desenvolvimento como liberdade**. São Paulo: Companhia das Letras, 2010.

SHIMBO, L. Sobre os capitais que produzem habitação no Brasil. **Novos estudos CEBRAP [online]**, v. 35, n. 02, p. 118–133, 2016.

SILVA, G. J. A.; ROMERO, M. A. B. Cidades sustentáveis: uma nova condição urbana a partir de estudos aplicados a Cuiabá, capital do estado de Mato Grosso, Brasil. **Ambiente Construído**, v. 13, n. 3, p. 253–266, 2013.

SILVA, M. L.; TOURINHO, H. L. Z. O Banco Nacional de Habitação e o Programa Minha Casa Minha Vida: duas políticas habitacionais e uma mesma lógica locacional. **Cadernos Metrôpole**, v. 17, n. 34, p. 401–417, 2015.

SILVA, E. O.; SILVA, G. R. da; VIEIRA, N. R. C. Expansão urbana da cidade de Teresina e suas transformações socioespaciais. Encontro Nacional da Rede Observatório de Metrôpoles 2017. **Anais [...]** Natal, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2017. p. 1–17.

SILVA, A. A. L.; STRADIOTTO, A.; SAGGIN, A. A.; BRANDALISE, L. T. Análise da percepção ambiental e do potencial do painel fotovoltaico na perspectiva de avicultores de Toledo-PR. **Revista Produção e Desenvolvimento**, v. 3, n. 1, p. 80–98, 2017.

- SILVA, M. P. da. O processo de urbanização carioca na 1ª República do Brasil no século XX : uma análise do processo de segregação social. **Estação Científica (UNIFAP)**, v. 8, n. 1, p. 47–56, 2018.
- SILVA, M. G. C. F. da. Reforma Urbana Pereira Passos : resistências de uma população excluída. **Revista de Ciências Sociais**, v. 50, n. 1, p. 409–447, 2019.
- SILVA, J. J.; BRUNO, M. A. P.; SILVA, D. B. N.. Pobreza multidimensional no Brasil: uma análise do período 2004-2015. **Revista de Economia Política**, v. 40, n. 1, p. 138–160, 2020.
- SIQUEIRA, T. A.; ARAÚJO, R. de S. Programas de habitação social no Brasil. **Perspectivas on line**, v. 10, n. 4, p. 45–54, 2014.
- SIQUEIRA-GAY, J.; GALLARDO, A. L. C. F.; GIANNOTTI, M. Integrating socio-environmental spatial information to support housing plans. **Cities**, v. 91, p. 106–115, 2019.
- SOKOŁOWSKI, J.; LEWANDOWSKI, P.; KIEŁCZEWSKA, A.; BOUZAROVSKI, S. A multidimensional index to measure energy poverty: the Polish case. **Energy Sources, Part B: Economics, Planning and Policy**, v. 15, n. 2, p. 92–112, 2020.
- SOLARGIS. Global Solar Atlas. **Map**. 2019. Disponível em: <https://globalsolaratlas.info/map?r=BRA&c=-15.129112,-54.3875,4>. Acesso em: 07 mai. 2021.
- SOUSA, L. F.; SANTOS, M. L. L. O. Sistemas construtivos para habitações sociais: uma revisão sistemática da literatura. **Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais**, v.12, n.3, p.194-206, 2021.
- SOUZA, F. da S.; SILVA, M. R. Direito à moradia digna na política habitacional? Análise do Programa “Minha Casa Minha Vida” no município de Nova Iguaçu-RJ. **Revista Continentes (UFRRJ)**, v. 8, n. 14, p. 71–93, 2019.
- SRIKANTH, R. India’s sustainable development goals-Glide path for India’s power sector. **Energy Policy**, v. 123, p. 325-336, 2018.
- STRASSER, H. Implementation of Energy Strategies in Communities —From Pilot Project in Salzburg, Austria, to Urban Strategy. **ASHRAE Transactions**, v. 121, p. 176-184, 2015.
- STREIMIKIENE, D.; LEKAVIČIUS, V.; BALEŽENTIS, T.; KYRIAKOPOULOS, G. L.; ABRHÁM, J. Climate Change Mitigation Policies Targeting Households and Addressing Energy Poverty in European Union. **Energies**, v. 13, n. 3389, 2020.
- STUHL DREHER, A.; OLMOS, V. M. Energía y cambio climático en el MERCOSUR: desafíos de la articulación de políticas de desarrollo sostenible. **Análisis Político**, v. 33, n. 99, p. 41–60, 2020.
- TAKIGAWA, F. Y. K., ARANHA NETO, E. A. C.; FERNANDES, R. C.; CAMPOS, D.; CARDOSO, M. Analysis of the Financial Viability of a Photovoltaic System to a Consumer Unit in South. **Ingeniare. Revista chilena de ingeniería**, v. 27, n. 1, p. 131–141, 2019.

TERESINA. Secretaria Municipal de Planejamento e Coordenação. **Perímetro Urbano 2015**. Teresina: Secretaria Municipal de Planejamento e Coordenação, 2015. Disponível em: <https://semplan.teresina.pi.gov.br/mapas-interativos/>. Acesso em: 28 jun 2020.

TERESINA. **Desenvolvimento econômico em Teresina 2019**. Teresina: Secretaria Municipal de Planejamento e Coordenação, 2020a. Disponível em: <https://agenda2030.carto.com/maps>. Acesso em: 28 jun 2020.

TERESINA. Prefeitura Municipal de Teresina. **Teresina**. 2020b; 2021 (Capítulo 5). Disponível em: <https://pmt.pi.gov.br/teresina/>. Acesso em: 16 ago 2020.

THEMA, J.; VONDUNG, F. **EPOV Indicator Dashboard: Methodology Guidebook**. Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie gGmbH, 2020.

THOMSON, H.; BOUZAROVSKI, S.; SNELL, C. Rethinking the measurement of energy poverty in Europe: A critical analysis of indicators and data. **Indoor and Built Environment**, v. 26, n. 7, p. 879–901, 2017.

TRIANA, M. A.; LAMBERTS, R.; SASSI, P. Characterisation of representative building typologies for social housing projects in Brazil and its energy performance. **Energy Policy**, v. 87, p. 524–541, 2015.

TRZCINSKI, C.; AMARAL, F. G. Tendências de avaliação de políticas públicas: Política Habitacional. In: ARCOVERDE, A. C. B. (org.). **Avaliação de Políticas Públicas em múltiplos olhares e diferentes praxis**. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2014. p. 275–289.

TURCONI, R.; BOLDRIN, A.; ASTRUP, T. Life cycle assessment (LCA) of electricity generation technologies: Overview, comparability and limitations. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 28, p. 555–565, 2013.

UFPI, Universidade Federal do Piauí. Prorrogadas até 16 de abril as inscrições para a Especialização em Energia Solar. **Universidade Federal do Piauí**. 2021. Disponível em: <https://ufpi.br/editais-ufpi/40184-prorrogadas-ate-16-de-abril-as-inscricoes-para-a-especializacao-em-energia-solar>. Acesso em: 22 jun. 2021.

UNESCO, Organização das Nações Unidas para a Educação a Ciência e a Cultura. **Declaração Universal dos Direitos Humanos**. Paris, 1948.

UNITED NATIONS. **Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development**. New York, United Nations, 2015.

UNITED NATIONS. **New Urban Agenda**. Quito, 2017.

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**, v. 108, p. 292–298, 2017.

VERGARA-ERICES, L.; CONTRERAS, A. G. Vivienda social y segregación socioespacial en una ciudad pequeña: el caso de Angol, Chile. **Polis [Online]**, n. 44, 2016.

VIEIRA, G. A. R., LOPES, W. G. R., FAÇANHA, A. C. A influência da produção habitacional popular no desenvolvimento sustentável das cidades: estudo em Teresina, Piauí. **Revista Educação Ambiental em Ação**, v. 68, 2019.

VILLAREAL, M. J. C.; MOREIRA, J. M. L. Household consumption of electricity in Brazil between 1985 and 2013. **Energy Policy**, v. 96, p. 251–259, 2016.

VIVAGREEN. UFRJ inaugura estacionamento com 414 painéis solares fotovoltaicos. **Energia**. 2015. Disponível em: <https://vivagreen.com.br/energia/ufrj-inaugura-estacionamento/>. Acesso em: 22 jun. 2021.

WIKTOROWICZ, J.; BABAEFF, T.; BREADSELL, J.; BYRNE, J.; EGGLESTON, J.; NEWMAN, P. WGV: An Australian urban precinct case study to demonstrate the 1.5 °C agenda including multiple SDGs. **Urban Planning**, v. 3, n. 2, p. 64–81, 2018.

ZHAO, D.; MCCOY, A. P.; DU, J.; AGEE, P.; LU, Y.. Interaction effects of building technology and resident behavior on energy consumption in residential buildings. **Energy and Buildings**, v. 134, p. 223–233, 2017.

ZÜRCHER, P. F. F. Pobreza, desigualdades sociais e a questão da moradia: desafiando a teia Patrícia. **Revista Libertas**, v. 19, n. 1, p. 167–179, 2019.